

Jahrbuch Agrartechnik



Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. H. J. Matthies, Dr. agr. F. Meier

3

Jahrbuch Agrartechnik

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. H. J. Matthies, Dr. agr. F. Meier

veröffentlicht
in Zusammenarbeit
von

VDI-Gesellschaft Agrartechnik,
Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft (KTBL),
Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik (MEG)
und Landmaschinen- und Ackerschlepper-
Vereinigung (LAV) im VDMA

3

Ausgabe 1990

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00056931>

Copyright
1990 by MaschinenbauVerlag GmbH
Lyoner Straße 18
6000 Frankfurt/Main 71

Bestell-Nr. 68 02 90
ISBN-Nr. 3-8163-0241-6

Gestaltung:
Ruth & Helmut Dornauf, Frankfurt

Satz und Druck:
Eggebrecht-Presse KG, Mainz

Geleitwort

Das „Jahrbuch Agrartechnik“, 1988 zum ersten Mal erschienen, wird nun in der Ausgabe 3 des Jahres 1990 vorgelegt. Wir freuen uns, daß das Jahrbuch in der Fachwelt eine beachtliche Resonanz gefunden hat und von vielen Experten in Europa und in anderen Ländern der Welt als Überblick über die landtechnische Entwicklung angesehen und genutzt wird.

Im Aufbau dieses Jahrbuches hat sich nichts wesentliches geändert: Zusätzlich zu den Zusammenfassungen und Bildunterschriften in englischer Sprache sind nunmehr auch das Inhaltsverzeichnis sowie alle Titel der Artikel ins Englische übertragen worden. Den Abschluß bildet in diesem Jahrbuch eine Übersicht über agrartechnische Einrichtungen im In- und Ausland, soweit dem Autor diese Angaben zur Verfügung standen.

Die Herausgeber hoffen, daß auch dieser Band den Lesern eine wertvolle fachliche Hilfe sein wird und in der sehr knappen Form einen schnellen Überblick über die landtechnische Entwicklung ermöglicht.

Die Herausgeber danken, zugleich im Namen der vier das Jahrbuch tragenden agrartechnischen Organisationen der Bundesrepublik, allen Autoren für ihre Mitwirkung an diesem Jahrbuch, für ihr verständnisvolles Eingehen auf die Wünsche der Redaktion und Herausgeber sowie für die Anregungen, die für das „Jahrbuch Agrartechnik“, Band 3, gegeben worden sind.

Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Matthies
Dr. Friedhelm Meier

Preface

The "Yearbook on Agricultural Engineering" was published for the first time in 1988 and is now presented in 1990 in its third edition. We are pleased that the Yearbook has received particular notice among the experts. For many specialists in Europe and in other countries of the world this book is enjoying a good reputation and is looked upon as a survey of the evolution in agricultural engineering.

The structure of this Yearbook was not essentially modified: In addition to the summaries and the captions in English, in the present edition the table of contents and all headings of the individual articles have been translated into English. At the end of the Yearbook the reader finds a survey of institutions in the field of agricultural engineering at home and abroad, as far as the author was able to collect these data.

The editors do hope that this edition, too, will be of valuable support and that the compressed form will enable the reader to get very quick information on the evolution in agricultural engineering.

Also in the name of the four organizations of agricultural engineering in the Federal Republic, the editors would like to thank the authors for their collaboration, for the way they met the wishes of the publishers as well as for the valuable suggestions made for the "Yearbook on Agricultural Engineering", edition n° 3.

Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Matthies
Dr. Friedhelm Meier

Inhaltsübersicht

	Seite		Seite
Verfasserverzeichnis	9	10. Körnerfruchternte	75
1. Allgemeine Entwicklung	11	10.1 Mähdrescher	75
1.1 Die wirtschaftliche Situation der Landmaschinen- und Traktoren-Industrie	11	10.2 Körnertrocknung	80
1.2 Der Traktoren-Markt Bundesrepublik in den achtziger Jahren	14	11. Hackfruchternte	83
1.3 Die nationale, regionale und internationale Normung der Landtechnik	21	11.1 Kartoffelernte	83
1.4 Umwelttechnik	24	11.2 Zuckerrübenenernte	87
2. Traktoren	29	12. Technik für Sonderkulturen	91
2.1 Gesamtentwicklung	29	13. Landwirtschaftliches Bauen	95
2.2 Motoren und Getriebe	32	14. Technik in der Rinderhaltung	101
2.3 Reifen – Reifen/Boden-Verhalten	36	15. Technik in der Schweinehaltung	109
2.4 Schlepperhydraulik	38	16. Energietechnik (Alternative Energien)	113
2.5 Fahrdynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz.	42	17. Agrartechnik in den Tropen und Subtropen	119
3. Transport- und Fördermittel	45	18. Kommunaltechnik	123
4. Bodenbearbeitung	47	19. Landmaschinenprüfung	127
5. Bestellung und Saat	51	20. Arbeitswissenschaft	131
6. Pflanzenschutz und Pflanzenpflege	55	21. Agrartechnische Einrichtungen im In- und Ausland	135
7. Düngung	59	Literaturverzeichnis	147
8. Bewässerung und Beregnung	63		
9. Halmfütterernte	67		
9.1 Halmfüttermähen und Halmfütterwerben	67		
9.2 Halmgutbergung	69		
9.3 Halmfütterkonservierung und Heutrocknung	72		

Contents

	page		page
List of editors.	9	10. Grain harvesting.	75
1. General development.	11	10.1 Combines.	75
1.1 The economic situation of the agricultural engineering industry.	11	10.2 Grain drying	80
1.2 The tractor-market in the Federal Republic of Germany during the eighties	14	11. Root crop harvesting.	83
1.3 The national, regional and international standardization of agricultural machinery	21	11.1 Potato harvesting	83
1.4 Pollution control	24	11.2 Sugar beet harvesting	87
2. Agricultural tractors	29	12. Engineering in intensive cropping . . .	91
2.1 General development.	29	13. Farmbuilding.	95
2.2 Engines and transmissions	32	14. Techniques in cattle farming.	101
2.3 Tires and tire-soil-system	36	15. Techniques in pig husbandry	109
2.4 Tractor hydraulic	38	16. Energy engineering (renewable energies)	113
2.5 Tractor dynamics – Tractor safety – Operator's workplace	42	17. Agricultural engineering in the tropics and sub-tropics	119
3. Transportation and conveyance	45	18. Municipal services and public works machines	123
4. Tillage.	47	19. Testing of agricultural machinery. . . .	127
5. Tillage and sowing.	51	20. Farm work science	131
6. Plant protection technique	55	21. Institutions of agricultural engineering at home and abroad	135
7. Fertilization	59	Bibliography	147
8. Irrigation	63		
9. Hay harvesting	67		
9.1 Mowing and treating of hay	67		
9.2 Straw and silage collection	69		
9.3 Conservation and drying of hay	72		

Verfasserverzeichnis

List of editors

Geleitwort

Prof. Dr.-Ing. H. J. Matthies
Institut für Landmaschinen, TU Braunschweig
Langer Kamp 19a, 3300 Braunschweig

Dr. agr. F. Meier
Landmaschinen- und Ackerschlepper-
Vereinigung (LAV) im VDMA
Lyoner Straße 18, 6000 Frankfurt/Main 71

1.1

Dipl.-Volksw. R. Wezel
Landmaschinen- und Ackerschlepper-
Vereinigung (LAV) im VDMA
Lyoner Straße 18, 6000 Frankfurt/Main 71

1.2

Dipl.-Volksw. R. Wezel
s. Abschnitt 1.1

1.3

W. Plate
Landmaschinen- und Ackerschlepper-
Vereinigung (LAV) im VDMA
Lyoner Straße 18, 6000 Frankfurt/Main 71

1.4

Prof. Dr.-Ing. W. Baader
Institut für Technologie,
Prof. Dr.-Ing. A. Munack
Institut für Biosystemtechnik,
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

2.1

Prof. Dr.-Ing. K. Th. Renius
Institut für Landmaschinen, TU München
Arcisstraße 21, 8000 München 2

2.2

Prof. Dr.-Ing. K. Th. Renius,
Dipl.-Ing. G. Sauer
s. Abschnitt 2.1

2.3

Dr.-Ing. H. Schwanghart
Institut für Landmaschinen, TU München
Arcisstraße 21, 8000 München 2

2.4

Dipl.-Ing. J. Möller
Institut für Landmaschinen, TU Braunschweig
Langer Kamp 19a, 3300 Braunschweig

2.5

Prof. Dr.-Ing. H. Göhlich
Institut für Maschinenkonstruktion, TU Berlin
Zoppoter Straße 35, 1000 Berlin 33

3.

Dipl.-Ing. K. Martensen
Institut für Landmaschinen, TU Braunschweig
Langer Kamp 19a, 3300 Braunschweig

4.

Prof. Dr. agr. H. Eichhorn, Dipl.-Ing. agr. W. Gruber
Institut für Landtechnik,
Justus-Liebig-Universität Gießen
Braugasse 7, 6300 Gießen
und
Prof. Dr. agr. M. Estler
Institut für Landtechnik, TU München
Vöttinger Straße 36, 8050 Freising-Weihenstephan

5.

Prof. Dr. agr. H. J. Heege
Institut für Landw. Verfahrenstechnik,
Universität Kiel
Olshausenstraße 40-60, 2300 Kiel

6.

Prof. Dr.-Ing. H. Göhlich
s. Abschnitt 2.5

7.

Prof. Dr. agr. E. Isensee
Institut für Landw. Verfahrenstechnik,
Universität Kiel
Olshausenstraße 40-60, 2300 Kiel

8.

Dipl.-Ing. agr. H. Sourell
Institut für Betriebstechnik,
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

9.1

Prof. Dr. agr. H. G. Claus,
Prof. Dr.-Ing. F. Wieneke
Institut für Agrartechnik, Universität Göttingen
Gutenbergstraße 33, 3400 Göttingen

9.2

Dr.-Ing. H. H. Harms
Gebrüder Welger GmbH & Co. KG
Gebr.-Welger-Straße, 3340 Wolfenbüttel
und

Prof. Dr. agr. H. G. Claus
s. Abschnitt 9.1

9.3

Prof. Dr. agr. H. G. Claus
s. Abschnitt 9.1

10.1

Prof. Dr.-Ing. K. D. Kutzbach
Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim
Garbenstraße 9, 7000 Stuttgart 70

10.2

Prof. Dr.-Ing. W. Mühlbauer
Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim
Garbenstraße 9, 7000 Stuttgart 70

11.1

Dipl.-Ing. agr. A. Specht
KTBL-Versuchsanstalt Dethlingen
3042 Munster 1

11.2

Dipl.-Ing. A. Zühlsdorff
Wilhelm Stoll Maschinenfabrik GmbH
Bahnhofstraße 21, 3325 Lengede

12.

Prof. Dr.-Ing. Chr. von Zabeltitz
Institut für Technik im Gartenbau, TU Hannover
Herrenhäuserstraße 2, 3000 Hannover 21

13.

Prof. Dr. agr. J. Piotrowski,
Dipl.-Ing. J.-G. Krentler
Institut für Landwirtschaftliche Bauforschung,
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

14.

Dr. agr. J. Boxberger, Dr. agr. H. Pirkelmann,
Dipl.-Ing. agr. L. Popp, Dr. agr. G. Wendl
Institut für Landtechnik, TU München
Vöttinger Straße 36
8050 Freising-Weihenstephan

15.

Prof. Dr. agr. H. Eichhorn, Dr.-Ing. H. P. Schwarz,
Dipl.-Ing. agr. G. Klement
Institut für Landtechnik,
Justus-Liebig-Universität Gießen
Braugasse 7, 6300 Gießen

16.

Prof. Dr.-Ing. W. Baader,
Dipl.-Ing. H. Sonnenberg
s. Abschnitt 1.4

17.

Prof. Dr.-Ing. F. Wieneke
s. Abschnitt 9.1

18.

Dr.-Ing. K. Paolim
Institut für Landmaschinen, TU Braunschweig
Langer Kamp 19a, 3300 Braunschweig

19.

Dr.-Ing. J. Zaske
DLG-Prüfstelle für Landmaschinen
Max-Eyth-Weg 1, 6114 Groß-Umstadt

20.

Prof. Dr. agr. W. Hammer
Institut für Landmaschinen, TU Braunschweig
Langer Kamp 19a, 3300 Braunschweig

21.

Dr. J. Frisch
Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik e.V.
Bartningstraße 49, 6100 Darmstadt

1. Allgemeine Entwicklung

General development

1.1 Die wirtschaftliche Situation der Landmaschinen- und Traktoren-Industrie

The economic situation of the agricultural engineering industry

R. Wezel, Frankfurt am Main

Betriebe und Beschäftigte

1989 war für die Landmaschinen- und Traktoren-Industrie der Bundesrepublik Deutschland alles in allem ein zufriedenstellendes Jahr, ein Jahr der Konsolidierung. Nachdem es schon 1988 umsatzmäßig wieder leicht bergauf ging, gleichzeitig aber weitere 5% der Betriebe ihre Pforten schließen mußten, scheint nunmehr ein Niveau erreicht, auf dem die verbliebenen Betriebe existieren können. So gab es 1989 lediglich drei Betriebe weniger als im Vorjahr.

Weiter setzte sich hingegen die innerbetriebliche Rationalisierung fort. In den 300 verbliebenen Betrieben und Betriebsteilen, die nach der amtlichen SYPRO-Statistik eine Produktion – in welchem Umfang auch immer – von Landmaschinen und Traktoren gemeldet haben, arbeiteten im vergangenen Jahr noch 42 860 Beschäftigte, etwa 2 000 Personen oder 4,4% weniger als noch 1988.

Gesamtumsätze

Die Gesamtumsätze an Landtechnik „made in Germany“ beliefen sich 1989 auf 7,67 Mrd. DM. Der Umsatz erhöhte sich damit innerhalb von zwei Jahren um 1 Mrd. DM, im vergangenen Jahr allein um 10,5% (real: + 8,0%). Im Vergleich zu Beginn dieses Jahrzehntes liegen die Umsätze nominal um 17,8% über den Umsatzwerten von 1980. Zu den Spitzenwerten des Jahres 1983 fehlt aber noch rund eine halbe Mrd. DM. Im abgelaufenen Jahr präsentierte sich insgesamt der Traktorenbereich mit + 13,2% etwas erfolgreicher als der Landmaschinensektor mit + 7,4%.

Inlandsumsätze

1989 konnte erstmals seit Mitte der achtziger Jahre wieder eine leichte Umsatzsteigerung im Inlandsgeschäft verzeichnet werden. Nach einem schwachen ersten Quartal, welches unter den Vorjahreswerten blieb, gab es im Verlauf des Jahres deutliche Umsatzsteigerungen. Der gesamte Inlandsumsatz betrug zum Jahresende 2,86 Mrd. DM, was einer Steigerung gegenüber dem Vorjahr von 2,3% nominal entspricht. Deflationiert man dieses Ergebnis mit dem Erzeugerpreis-Index für Landmaschinen und Traktoren (Basis: 1980 = 100), so verbleibt freilich nurmehr eine minimale Steigerung von 0,2% gegenüber 1988.

Die Landmaschinenumsätze verliefen in den ersten drei Quartalen in etwa auf Vorjahresniveau, stiegen aber dann im anteilmäßig schwächsten vierten Quartal sprunghaft gegenüber dem Vorjahr an. Auf das Jahr 1989 bezogen, ergibt sich so eine nominale Steigerung von 3,1% (real: 0,4%) gegenüber dem Vorjahr. Bei den Traktoren fiel der Umsatzzuwachs mit nominal + 1,5% (real: + 0,1%) etwas geringer aus als bei den Landmaschinen.

Auslandsumsätze

Im vergangenen Jahr wurde mit + 16,1% nominal die höchste Zuwachsrate der achtziger Jahre verzeichnet. Ein im Vergleich zu den anderen Quartalen äußerst schwaches viertes Quartal, in dem aber immer noch eine Umsatzsteigerung von 6,1% gegenüber dem entsprechenden Vorjahreszeitraum erzielt wurde, verhinderte noch höhere Veränderungsraten. Erfreulich ist diese

Tafel 1: Übersicht der Umsatz- und Außenhandels-Entwicklung sowie Inlandsversorgung von Landtechnik (Mio. DM)**Table 1:** Evolution of turn-over, foreign trade and apparent consumption of agricultural machinery (mio. DM)

Jahresergebnisse									
	1989	%-Diff. Vorjahr	1988	%-Diff. Vorjahr	1987	%-Diff. Vorjahr	1986	%-Diff. Vorjahr	1985
LAV-Umsatzstatistik									
Gesamtumsatz									
Landmaschinen	3454,6	+ 7,4	3217,0	+ 2,4	3142,2	- 12,0	3571,1	- 3,8	3713,9
Traktoren	4220,1	+ 13,2	3726,5	+ 8,0	3448,9	- 9,5	3811,7	- 10,9	4280,0
Gesamt	7674,7	+ 10,5	6943,6	+ 5,3	6591,1	- 10,7	7382,8	- 7,6	7993,9
Inlandsumsatz									
Landmaschinen	1466,4	+ 3,1	1422,3	- 5,0	1497,0	- 4,5	1568,5	- 1,1	1586,4
Traktoren	1396,1	+ 1,5	1375,8	- 0,6	1384,0	+ 1,6	1362,9	- 1,1	1377,6
Gesamt	2862,5	+ 2,3	2798,0	- 2,9	2881,0	- 1,7	2931,3	- 1,1	2964,0
Auslandsumsatz									
Landmaschinen	1988,2	+ 10,8	1794,8	+ 9,1	1645,1	- 17,8	2002,6	- 5,9	2127,5
Traktoren	2823,9	+ 20,1	2350,8	+ 13,8	2064,9	- 15,7	2448,8	- 15,6	2902,4
Gesamt	4812,2	+ 16,1	4145,5	+ 11,7	3710,0	- 16,6	4451,4	- 11,5	5029,9
Amtliche Außenhandelsstatistik									
Exporte									
Landmaschinen	2541,1	+ 13,6	2236,5	+ 7,5	2079,6	- 13,6	2407,0	- 6,0	2561,1
Traktoren	2117,5	+ 16,8	1812,3	*)	2081,9	- 14,1	2424,3	- 16,0	2885,3
Gesamt	4658,6	+ 15,1	4048,8	*)	4161,5	- 13,9	4831,3	- 11,3	5446,4
Importe									
Landmaschinen	912,7	+ 22,3	746,3	+ 8,9	685,6	+ 0,3	683,3	+ 0,8	677,6
Traktoren	329,7	+ 2,5	321,7	*)	445,7	+ 1,7	438,1	- 0,9	442,2
Gesamt	1242,4	+ 16,3	1068,0	*)	1131,3	+ 0,9	1121,4	+ 0,2	1119,7
Inlandsversorgung (Inlandsumsatz + Import)									
Landmaschinen	2379,1	+ 9,7	2168,6	- 0,7	2182,9	- 3,1	2251,8	- 0,5	2264,0
Traktoren	1885,3	+ 1,4**)	1859,9	+ 1,7**)	1829,7	+ 1,6	1801,0	- 1,0	1819,8
Gesamt	4264,4	+ 5,9**)	4028,5	+ 0,4**)	4012,6	- 1,0	4052,8	- 0,8	4083,7
*) Aufgrund einer Nomenklatur-Änderung sind die Traktoren-Werte für 1988 nicht mit den Vorjahreswerten vergleichbar.									
**) Zur Berechnung der Inlandsversorgung bei Traktoren wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Vorjahren nicht der Import der amtlichen Außenhandelsstatistik verwendet.									

Exportsteigerung auf 4,81 Mrd. DM insbesondere durch die Tatsache, daß nicht die Exporte in ein einzelnes Land, sondern relativ gleichmäßig in alle wichtigen Abnehmerländer gestiegen sind, ein Indiz für die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Landtechnik auf internationalen Märkten. Die Exporte von Landmaschinen stiegen dabei um 10,8%, die Exporte von Traktoren um beachtliche 20,1% nominal.

Wichtigstes Absatzgebiet bleibt weiterhin die EG, in die rund 55% der Gesamtexporte gehen. Zugenommen hat im letzten Jahr insbesondere der Warenstrom in die USA, der um rund 140 Mio. DM anstieg und die USA zum zweitwichtigsten Exportland (12,9%) nach Frankreich (19,7%) machte. Trotz einer leichten absoluten Steigerung sind die Exporte in die Entwicklungsländer anteilmäßig auf 5,3% zurückgegangen, in erster Linie aufgrund der stagnierenden Exporte in OPEC-Länder. Absolut gesehen um immerhin 40% stiegen die Lieferungen in Ostblock-Länder, die mit 151 Mio. DM allerdings immer noch nur 3,2% aller Ausfuhren ausmachen.

Importe und Inlandsversorgung

Die Landmaschinen- und Traktoren-Importe lagen 1989 mit 1,24 Mrd. DM um 16,3% über dem entsprechenden Vorjahreswert (Landmaschinen: + 22,3%; Traktoren: + 2,5%). Auffallend ist hier besonders, daß die Traktoren-Importe im Verlauf des vergangenen Jahres ständig rückläufig waren, eine Folge der Nomenklatur-Umstellung in der Außenhandelsstatistik im vorigen Jahr. Addiert man zu den Importen den Inlandsumsatz aus inländischer Produktion, so erhält man die Inlandsversorgung für den bundesdeutschen Markt. Sie belief sich 1989 auf 4,26 Mrd. DM. 30% dieser gesamten Marktversorgung stammen aus dem Ausland. Diese Importquote ist allerdings je nach Maschinenart sehr unterschiedlich. Bei den Landmaschinen beträgt die Importquote 38,4%, bei den Traktoren hingegen nur 19,1%.

Auch auf die Importe bezogen sind die EG-Länder die wichtigsten Handelspartner; 60,7% aller Einfuhren entstammen aus EG-Produktion. Wichtigstes Lieferland war – wie schon in den vergangenen Jahren – wieder Italien (18,6%) vor Frankreich (14,7%). Die größte Steigerung erzielte

Schweden, das seine Importe in die Bundesrepublik von 59 Mio. im Jahr 1988 auf 101 Mio. DM im Jahr 1989 erhöhte.

Traktoren-Neuzulassungen

1989 wurden in der Bundesrepublik Deutschland 30815 Traktoren neu zugelassen, womit der Vorjahreswert (30463 Stück) geringfügig übertroffen wurde. Erstmals seit vielen Jahren war auch die Zahl der Gebrauchtsclepper-Käufe mit 70469 Stück leicht rückläufig. Der Gesamtbestand an Ackerschleppern zum 1. Juli 1989 betrug 1674866 Stück. Das Durchschnittsalter der zugelassenen Traktoren betrug dabei 18,17 Jahre, dies sind im Vergleich zum 1. 7. 1980 fast fünf Jahre mehr!

□ Zusammenfassung

Das Jahr 1989 war ein Jahr der Konsolidierung für die Hersteller von Landmaschinen und Traktoren. Die Zahl der Betriebe stagnierte, die innerbetriebliche Rationalisierung ging weiter.

Der Gesamtumsatz lag 1989 bei 7,67 Mrd. DM, 10,5% mehr als im Vorjahr. Erstmals stieg der Inlandsumsatz wieder leicht, der Export erhöhte sich nochmals kräftig, wobei die Zuwächse sich auf die meisten wichtigen Märkte bezogen.

Die Importe für Landmaschinen stiegen 1990 deutlich an, die Traktoren-Importe stagnierten. Der Anteil der Importe an der Inlandsversorgung betrug 30%.

□ Summary

1989 has been a year of consolidation for the manufacturers of agricultural machines and tractors. The number of firms stagnated whilst the internal rationalization measures went on.

The total turnover in 1989 amounted to 7,67 milliard DM – that is more than in the previous year. For the first time there was a slight increase in home sales, whereas exports once again raised vigorously, the increases being concentrated on most of the important markets.

In 1990 there was a significant increase in machine imports, tractor imports stagnated. The apparent consumption showed a percentage of imports of 30%.

1.2 Der Traktoren-Markt Bundesrepublik in den achtziger Jahren

The tractor-market in the Federal Republic of Germany during the eighties

R. Wezel, Frankfurt am Main

Gesamtumsatz

Die bundesdeutsche Traktoren-Industrie gehört weltweit zu den größten. 1989 wurden insgesamt 76879 Traktoren „made in Germany“ verkauft. Freilich blieben die Traktoren-Hersteller wie die gesamte Landmaschinen-Branche nicht vom Schrumpfungsprozeß des Agrarsektors verschont (Tafel 1). 1980 wurden noch 96072 Traktoren umgesetzt, 1977 sogar mehr als 124000. In der EG sank die Produktion von rund 410000 Einheiten im Jahr 1980 auf etwa 280000 im Jahr 1988; gleichzeitig sank auch die amerikanische Schlepperproduktion.

Ein Erklärungsfaktor und gleichzeitig ein Grund, warum die bundesdeutsche Traktoren-Industrie in keine existenzbedrohende Krise geriet, ist der immer leistungsfähiger werdende Traktor. Der Anteil der Traktoren mit mehr als 60 kW am Gesamtumsatz stieg seit 1980 von 33% auf 45%, wobei die Leistung der im Inland abgesetzten Schlepper besonders anstieg. Verfügten im Inland 1980 nur 20,2% aller Traktoren über mehr als 60 kW, so liegen 1989 42,7% in der Leistung darüber (Tafel 2).

Aufgrund dieser Leistungssteigerung, aber auch durch bessere Ausstattung, stieg der Umsatz pro Schlepper in den achtziger Jahren spürbar: War der rein rechnerische Umsatzwert pro Traktor 1980 noch bei rund 28000 DM, so lag er Ende des Jahrzehnts schon bei 44000 DM, wobei in Deutschland verkaufte Traktoren immer einen etwas höheren Stückwert hatten als die exportierten. Letztere erreichten 1989 einen Durchschnittswert von 39000 DM, erstere von 55000 DM.

Exporte

Von der Gesamtproduktion ging in den Achtzigern stets mehr als 60% ins Ausland; 1989 verblieben im Inland nur 28% aller Traktoren. Die USA waren 1989 mit mehr als 13000 Schleppern der größte Auslandsmarkt, gefolgt von Frankreich mit rund 9000 Einheiten. Nach Osteuropa gingen nur etwas mehr als 100 Stück, deutlich weniger als etwa nach Australien oder dem Nahen Osten.

Zulassungen

Die bundesdeutschen Hersteller befriedigen im Inland etwa 74% der Nachfrage nach neuen zugelassenen Schleppern. Dieser Anteil ist in den letzten Jahren zurückgegangen. Die Traktoren-Neuzulassungen sind von 45477 Stück im Jahre 1980 auf 30815 Einheiten im Jahr 1989 gesunken (Tafel 3), wobei die Zahl der Importe in etwa auf einem Niveau von rund 8000 Einheiten blieb.

Etwa die Hälfte der Importzulassungen entstammt italienischer Produktion. Größere Anteile an den Neuzulassungen haben ferner Frankreich und Österreich. Die steigende Zahl aus Japan eingeführter Traktoren macht sich bei den Neuzulassungen kaum bemerkbar, da es sich um Klein- und Gartentraktoren handelt. Von etwa 1700 Japan-Importen laut amtlicher Außenhandelsstatistik werden weniger als ein Drittel für den Straßenverkehr zugelassen.

Löschungen

Die Zahl der Löschungen von Traktoren, also die Anzahl derjenigen Traktoren, die endgültig stillgelegt wurden, verlief in den achtziger Jahren in etwa parallel zu den Neuzulassungszahlen. Es werden also immer weniger Traktoren endgültig stillgelegt. 1980 wurden 2,9 bzw. 2,8% des Traktoren-Bestandes neu zugelassen bzw. verschrottet; 1988 waren es 1,8 bzw. 2,1%. Das Durchschnittsalter der verschrotteten Traktoren betrug 1988 22 1/2 Jahre und lag damit um drei Jahre höher als 1980, wobei die Traktoren bis 25 kW rund 54% der Löschungen betreffen (Tafel 4).

Gebrauchttraktoren

Der hohe Anteil alter Traktoren führt auch zu einem steigenden Handel mit den gebrauchten. 1989 wechselten 70469 Schlepper ihren Besitzer, 12% mehr als 1980 (Tafel 5). Dies bedeutet auch, daß auf 100 Neuzulassungen 229 Gebrauchttraktoren-Käufe kommen; noch 1980 waren es 138. Errechnet man eine Gesamtnachfrage nach Traktoren, so stellt man fest, daß diese in den Achtzigern nur um 6% zurückging. Es wurden also nicht viel weniger Traktoren verkauft, sondern in erster

Tafel 1: Traktoren-Umsätze nach Leistungsklassen in Stück

Table 1: Tractor-turnover in units

Stück										
Leistungsklassen	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
a) Gesamt										
bis 9 kW	382	200	152	114	172	290	220	267	116	40
10 bis 13 kW	1990	1610	1615	880	871	835	545	669	712	490
14 bis 18 kW	601	598	444	525	513	704	825	801	778	523
19 bis 25 kW	841	813	479	1718	812	639	313	333	227	197
26 bis 29 kW	4594	4279	4505	4510	3480	2545	2138	1335	1206	990
30 bis 37 kW	10621	9539	5694	5861	4613	4372	3374	3065	2912	2868
38 bis 44 kW	16489	15268	11813	12143	8749	8585	7306	5988	6547	6744
45 bis 51 kW	29288	29821	36802	23790	20448	20873	16853	14068	13362	16199
52 bis 59 kW				14235	11502	12008	11452	11562	12390	14076
60 bis 66 kW	24328	22412	22704	14850	11227	11940	10702	10983	9964	11548
67 bis 74 kW				10277	9701	11791	11053	9740	11126	12633
75 bis 88 kW	2391	3396	3869	4336	3467	4436	4662	3965	5530	6348
89 bis 103 kW	4547	4548	4895	2535	2858	3085	3185	2556	2375	2380
104 bis 147 kW				1994	2151	2223	1686	1574	1756	1827
über 147 kW				57	30	74	28	11	37	16
Insgesamt	96072	92484	92972	97825	80594	84400	74342	66917	69038	76879
b) Inland										
bis 9 kW	289	165	110	99	125	281	191	169	86	36
10 bis 13 kW	1369	1099	1175	636	658	632	450	526	607	403
14 bis 18 kW	392	384	271	386	345	499	636	591	612	419
19 bis 25 kW	634	320	263	843	519	249	183	262	124	168
26 bis 29 kW	2821	2814	2583	3402	2136	1702	1417	960	790	611
30 bis 37 kW	4496	3536	3244	3797	2499	2069	1506	1430	1384	1109
38 bis 44 kW	7319	5761	5843	5611	3801	3305	2925	2581	2329	1914
45 bis 51 kW	9004	9364	10758	5059	4264	4073	3778	3825	3115	3293
52 bis 59 kW				5136	3137	3853	3882	4118	4134	4435
60 bis 66 kW	4422	4155	6364	5555	3013	3670	3440	3832	3008	3253
67 bis 74 kW				2390	1916	2895	2850	2851	2384	2569
75 bis 88 kW	853	886	1223	1683	683	988	948	1140	1655	1621
89 bis 103 kW	1661	1516	1728	1020	898	1104	1238	1063	1148	1103
104 bis 147 kW				755	551	710	631	585	616	653
über 147 kW				9	10	12	7	5	14	14
Insgesamt	33260	30000	33562	36381	24555	26042	24082	23938	22006	21601
a) Ausfuhr										
bis 9 kW	93	35	42	15	47	9	29	98	30	4
10 bis 13 kW	621	511	440	244	213	203	95	143	105	87
14 bis 18 kW	209	214	173	139	168	205	189	210	166	104
19 bis 25 kW	207	493	216	875	293	390	130	71	103	29
26 bis 29 kW	1773	1465	1922	1108	1344	843	721	375	416	379
30 bis 37 kW	6125	6003	2450	2064	2114	2303	1868	1635	1528	1759
38 bis 44 kW	9170	9507	5970	6532	4948	5280	4381	3407	4218	4830
45 bis 51 kW	20284	20457	26044	18731	16184	16800	13075	10243	10247	12906
52 bis 59 kW				9099	8365	8155	7570	7444	8256	9641
60 bis 66 kW	19906	18257	16340	9295	8214	8270	7262	7151	6956	8295
67 bis 74 kW				7887	7785	8896	8203	6889	8742	10064
75 bis 88 kW	1538	2510	2646	2653	2784	3448	3714	2825	3875	4727
89 bis 103 kW	2886	3032	3167	1515	1960	1981	1947	1493	1227	1277
104 bis 147 kW				1239	1600	1513	1055	989	1140	1174
über 147 kW				48	20	62	21	6	23	2
Insgesamt	62812	62484	59410	61444	56039	58358	50260	42979	47032	55278

Tafel 2: Traktoren-Umsätze (Stück) nach Leistungsklassen in Prozentanteilen

Table 2: Tractor-turnover (units) in %

in Prozent										
Leistungsklassen	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
a) Gesamt										
bis 9 kW	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,1
10 bis 13 kW	2,1	1,7	1,7	0,9	1,1	1,0	0,7	1,0	1,0	0,6
14 bis 18 kW	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,1	0,7
19 bis 25 kW	0,9	0,9	0,5	1,8	1,0	0,8	0,4	0,5	0,3	0,2
26 bis 29 kW	4,8	4,6	4,8	4,6	4,3	3,0	2,9	2,0	1,7	1,3
30 bis 37 kW	11,0	10,3	6,1	6,1	5,7	5,2	4,5	4,6	4,2	3,7
38 bis 44 kW	17,2	16,5	12,7	12,4	10,9	10,2	9,8	8,9	9,5	8,8
45 bis 51 kW				24,3	25,4	24,7	22,7	21,0	19,4	21,1
52 bis 59 kW }	30,5	32,3	39,6	14,6	14,3	14,2	15,4	17,3	17,9	18,3
60 bis 66 kW }				15,2	13,9	14,2	14,4	16,4	14,4	15,0
67 bis 74 kW }	25,3	24,2	24,4	10,5	12,0	14,0	14,9	14,6	16,1	16,4
75 bis 88 kW }	2,5	3,7	4,2	4,4	4,3	5,3	6,3	5,9	8,0	8,3
89 bis 103 kW }				2,6	3,5	3,7	4,3	3,8	3,4	3,1
104 bis 147 kW }	4,7	4,9	5,3	2,0	2,7	2,6	2,3	2,4	2,5	2,4
über 147 kW }				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
b) Inland										
bis 9 kW	0,9	0,5	0,3	0,3	0,5	1,1	0,8	0,7	0,4	0,2
10 bis 13 kW	4,1	3,7	3,5	1,7	2,7	2,4	1,9	2,2	2,8	1,9
14 bis 18 kW	1,2	1,3	0,8	1,1	1,4	1,9	2,6	2,5	2,8	1,9
19 bis 25 kW	1,9	1,1	0,8	2,3	2,1	1,0	0,8	1,1	0,6	0,8
26 bis 29 kW	8,5	9,4	7,7	9,4	8,7	6,5	5,9	4,0	3,6	2,8
30 bis 37 kW	13,5	11,8	9,7	10,4	10,2	8,0	6,3	6,0	6,3	5,1
38 bis 44 kW	22,0	19,2	17,4	15,4	15,5	12,7	12,1	10,8	10,6	8,9
45 bis 51 kW }				13,9	17,4	15,7	15,7	16,0	14,2	15,2
52 bis 59 kW }	27,1	31,2	32,1	14,1	12,8	14,8	16,1	17,2	18,8	20,5
60 bis 66 kW }				15,3	12,3	14,1	14,3	16,0	13,7	15,1
67 bis 74 kW }	13,3	13,8	19,0	6,6	7,8	11,1	11,8	11,9	10,8	11,9
75 bis 88 kW }	2,5	3,0	3,6	4,6	2,8	3,8	3,9	4,8	7,5	7,5
89 bis 103 kW }				2,8	3,7	4,2	5,1	4,4	5,2	5,1
104 bis 147 kW }	5,0	5,1	5,1	2,1	2,2	2,7	2,6	2,4	2,8	3,0
über 147 kW }				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
a) Ausfuhr										
bis 9 kW	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0
10 bis 13 kW	1,0	0,8	0,7	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
14 bis 18 kW	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2
19 bis 25 kW	0,3	0,8	0,4	1,4	0,5	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1
26 bis 29 kW	2,8	2,4	3,2	1,8	2,4	1,4	1,4	0,9	0,9	0,7
30 bis 37 kW	9,8	9,6	4,1	3,4	3,8	4,0	3,7	3,8	3,2	3,2
38 bis 44 kW	14,6	15,2	10,0	10,6	8,8	9,1	8,7	7,9	9,0	8,7
45 bis 51 kW }				30,5	28,9	28,8	26,0	23,8	21,8	23,3
52 bis 59 kW }	32,3	32,7	43,8	14,8	14,9	14,0	15,1	17,3	17,6	17,4
60 bis 66 kW }				15,1	14,7	14,2	14,4	16,6	14,8	15,0
67 bis 74 kW }	31,7	29,2	27,5	12,8	13,9	15,2	16,3	16,0	18,6	18,2
75 bis 88 kW }	2,5	4,0	4,5	4,3	5,0	5,9	7,4	6,6	8,2	8,6
89 bis 103 kW }				2,5	3,5	3,4	3,9	3,5	2,6	2,3
104 bis 147 kW }	4,6	4,9	5,3	2,0	2,9	2,6	2,1	2,3	2,4	2,1
über 147 kW }				0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tafel 3: Traktoren-Neuzulassungen nach kW-Klassen

Table 3: Tractor registrations in kw-classes

Leistungsklassen	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
bis 9 kW	247	189	188	243	143	219	203	175	136	90
10 bis 13 kW	914	837	776	571	590	623	636	724	754	580
14 bis 18 kW	508	480	447	440	396	547	613	758	873	749
19 bis 25 kW	1 187	743	565	1 016	730	517	462	422	324	275
26 bis 29 kW	4 990	3 429	3 475	3 908	2 654	2 108	1 800	1 407	1 002	801
30 bis 37 kW	5 455	4 965	4 788	5 500	3 985	3 526	2 908	2 459	2 289	2 149
38 bis 44 kW	10 914	9 134	7 698	7 515	5 896	5 458	4 974	4 636	3 698	3 455
45 bis 59 kW	12 544	12 725	13 115	13 808	10 827	10 860	10 319	10 908	10 200	10 764
60 bis 75 kW	5 752	5 663	6 951	8 925	6 556	7 423	7 561	8 196	7 158	7 708
76 bis 90 kW	1 116	1 111	1 391	1 483	1 160	1 270	1 170	1 370	1 737	1 902
über 90 kW	1 850	1 822	1 986	2 158	1 836	2 219	2 280	2 087	2 292	2 342
Insgesamt	45 477	41 098	41 380	45 567	34 773	34 770	32 926	33 142	30 463	30 815

Linie wurden gebrauchte statt neuer Traktoren gekauft. Der Anteil der Gebrauchstraktoren-Käufe an der Gesamtnachfrage stieg seit 1980 von 58% auf 70% an. Von diesem Trend besonders betroffen ist der Bereich bis 25 kW, dessen Gesamtnachfrage zu rund 90% durch den Gebrauchstraktoren-Markt gedeckt wird.

Traktorenbestand

Der Traktorenbestand wird in erster Linie durch die Neuzulassungen und Löschungen beeinflusst. Mitte der 80er Jahre lagen die Neuzulassungen über den Löschungen, der Traktorenbestand wuchs in Konsequenz an. Seit 1986 hat sich das Verhältnis umgekehrt, die Anzahl verschrotteter Traktoren liegt seitdem etwas höher als die Zahl neu hinzugekommener Schlepper. Trotzdem steigt der Traktorenbestand an (Tafel 6). Die Ursache hierfür ist noch nicht eindeutig identifiziert. Es könnte sich um erstmals zugelassene gebrauchte Traktoren, beispielsweise um importierte Gebrauchtschlepper handeln.

Am 01. 07. 1989 wurden 1674 866 Traktoren von ihren Besitzern bereitgehalten. Am 01. 07. 1980 waren es 1579 839 Stück. Die geringe absolute Höhe der Austauschraten ist die Ursache für das hohe Alter der Traktoren. Im Schnitt war der zugelassene Traktor 1989 18,2 Jahre alt. Während 1980 knapp 50% aller Traktoren älter als 15 Jahre waren, sind es mittlerweile gut 65%.

□ Zusammenfassung

Mit 76 879 verkauften Traktoren im Jahre 1989 gehört die bundesdeutsche Traktorenindustrie zu den weltweit größten. Seit 1980 sank der Stück-Umsatz um rund 20 000 Einheiten, der wertmäßige Umsatz stieg hingegen an. Im Inland verbleiben weniger als 30% der Produktion, die aber 3/4 der Neuzulassungen repräsentieren.

Die Anzahl der Neuzulassungen ging in den vergangenen Jahren deutlich zugunsten der Gebrauchtschlepper-Käufe zurück. Gleichzeitig werden immer weniger Traktoren verschrottet. Der Bestand und das Durchschnittsalter nehmen auf diese Weise stetig zu.

□ Summary

Selling 76 879 tractors in 1989, German tractor industry is one of the world's largest. Sold units went down by 20 000 since 1980 whilst turnover increased. Less than 30% of the total production remained in the domestic market, representing 3/4 of total registrations.

The number of registrations decreased during the eighties, whereas the number of used tractors changing their owners increased. At the same time less tractors are being scrapped. Thus the number of tractors in use and their average age is steadily raising.

Tafel 4: Verschrottung von Traktoren

Table 4: Scrapping of tractors

Jahr	Leistungsklassen	Baujahre nach Altersgruppen				
		Gesamt	6 Jahre und jünger	7 bis 10 Jahre	11 bis 14 Jahre	15 Jahre und älter
		in Stück				
1980	bis 17 kW	17 995	106	286	414	17 189
	18 bis 25 kW	12 783	47	98	497	12 141
	26 bis 37 kW	7 783	331	434	1 303	5 715
	38 bis 59 kW	4 929	1 003	1 092	1 370	1 464
	über 59 kW	1 093	336	351	146	260
	Insgesamt	44 583	1 823	2 261	3 730	36 769
1985	bis 17 kW	9 824	70	174	266	9 314
	18 bis 25 kW	8 254	39	58	85	8 072
	26 bis 37 kW	6 583	190	200	478	5 715
	38 bis 59 kW	5 051	535	655	1 243	2 618
	über 59 kW	1 576	394	348	418	416
	Insgesamt	31 288	1 228	1 435	2 490	26 135
1986	bis 17 kW	9 902	73	188	237	9 404
	18 bis 25 kW	8 788	27	49	102	8 610
	26 bis 37 kW	6 881	168	162	478	6 073
	38 bis 59 kW	5 791	753	582	1 382	3 074
	über 59 kW	1 875	452	387	508	528
	Insgesamt	33 237	1 473	1 368	2 707	27 689
1987	bis 17 kW	10 183	57	176	257	9 693
	18 bis 25 kW	8 473	26	53	78	8 316
	26 bis 37 kW	6 872	150	140	415	6 167
	38 bis 59 kW	5 788	549	512	1 352	3 375
	über 59 kW	1 946	410	352	527	657
	Insgesamt	33 262	1 192	1 233	2 629	28 208
1988	bis 17 kW	10 025	74	183	274	9 494
	18 bis 25 kW	9 137	40	53	76	8 968
	26 bis 37 kW	7 724	256	126	386	6 956
	38 bis 59 kW	6 681	660	440	1 453	4 128
	über 59 kW	2 155	456	307	588	804
	Insgesamt	35 722	1 486	1 109	2 777	30 350
1989	bis 17 kW	9 675				
	18 bis 25 kW	8 651				
	26 bis 37 kW	7 570				
	38 bis 59 kW	6 545				
	über 59 kW	2 129				
	Insgesamt	34 570				

Tafel 5: Gebrauchstraktoren-Käufe (Besitzumschreibungen)

Table 5: Sales of used tractors

Jahr	Leistungsklassen	Baujahre nach Altersgruppen				
		Gesamt	6 Jahre und jünger	7 bis 10 Jahre	11 bis 14 Jahre	15 Jahre und älter
		in Stück				
1980	bis 17 kW	10860	116	247	464	10033
	18 bis 25 kW	14587	212	799	2511	11065
	26 bis 37 kW	17387	2281	3549	5492	6065
	38 bis 59 kW	15434	5774	4629	3430	1601
	über 59 kW	4427	2582	1273	348	224
	Insgesamt	62695	10965	10497	12245	28988
1985	bis 17 kW	10268	120	111	172	9865
	18 bis 25 kW	12176	116	180	513	11367
	26 bis 37 kW	16500	1003	2246	3237	10014
	38 bis 59 kW	18761	4221	5338	4677	4525
	über 59 kW	7530	3376	2066	1427	661
	Insgesamt	65235	8836	9941	10026	36432
1986	bis 17 kW	9667	99	143	189	9236
	18 bis 25 kW	11626	96	175	335	11020
	26 bis 37 kW	16441	962	1859	3107	10513
	38 bis 59 kW	19770	4149	5208	5200	5213
	über 59 kW	8167	3495	2308	1484	880
	Insgesamt	65671	8801	9693	10315	36862
1987	bis 17 kW	9270	100	123	156	8891
	18 bis 25 kW	11156	110	171	275	10600
	26 bis 37 kW	16035	896	1496	2937	10706
	38 bis 59 kW	21055	4091	4977	5758	6229
	über 59 kW	9042	3762	2226	1821	1233
	Insgesamt	66558	8959	8993	10947	37659
1988	bis 17 kW	9249	128	164	134	8823
	18 bis 25 kW	11403	99	127	305	10872
	26 bis 37 kW	17159	883	1318	3068	11890
	38 bis 59 kW	23140	4264	4869	6558	7449
	über 59 kW	10647	4233	2620	2284	1510
	Insgesamt	71598	9607	9098	12349	40544
1989	bis 17 kW	19708				
	18 bis 25 kW					
	26 bis 37 kW					
	38 bis 59 kW					
	über 59 kW					
	Insgesamt	70469				

Tafel 6: Traktoren-Bestände (Gewöhnliche Zugmaschinen, ohne Sattelzugmaschinen)

Table 6: Tractors in use

nach dem Stand vom	Leistungsklassen	nach Altersgruppen					
		Gesamt	6 Jahre und jünger	7 bis 10 Jahre	11 bis 14 Jahre	15 Jahre und älter	Durch- schnitts- alter
		in Stück					in Jahren
1. 7. 1980	bis 17 kW	357 705	8 420	8 245	12 068	328 972	21,03
	18 bis 25 kW	376 842	9 638	19 176	61 237	286 791	16,48
	26 bis 29 kW	263 122	49 071	41 736	67 437	104 878	11,44
	30 bis 37 kW	193 229	52 210	47 729	56 818	36 472	9,09
	38 bis 59 kW	323 760	162 591	82 363	51 603	27 203	6,37
	60 bis 74 kW	43 351	27 357	12 866	2 662	466	4,67
	75 bis 89 kW	11 943	9 262	1 921	325	435	3,99
	über 89 kW	9 887	6 922	1 199	652	1 114	5,15
	Insgesamt	1 579 839	325 471	215 235	252 802	786 331	13,21
1. 7. 1985	bis 17 kW	314 672	7 426	5 587	6 303	295 356	25,42
	18 bis 25 kW	339 061	4 798	6 895	13 218	314 150	20,92
	26 bis 29 kW	262 915	19 008	33 593	41 844	168 470	15,25
	30 bis 37 kW	206 193	26 835	38 127	44 101	97 130	12,42
	38 bis 59 kW	406 412	111 104	117 537	90 752	87 019	9,00
	60 bis 74 kW	74 603	36 065	19 883	13 300	5 355	6,25
	75 bis 89 kW	17 922	7 379	7 257	2 450	836	6,33
	über 89 kW	19 397	10 627	5 633	1 553	1 584	5,83
	Insgesamt	1 641 175	223 242	234 512	213 521	969 900	15,83
1. 7. 1986	bis 17 kW	308 944	7 170	5 856	5 517	290 401	26,33
	18 bis 25 kW	333 476	4 334	6 244	9 312	313 586	21,75
	26 bis 29 kW	262 224	16 209	27 504	43 883	174 628	16,00
	30 bis 37 kW	207 385	24 670	32 343	43 176	107 196	13,17
	38 bis 59 kW	419 658	104 632	110 544	101 129	103 353	9,58
	60 bis 74 kW	81 928	38 576	21 048	14 166	8 138	6,58
	75 bis 89 kW	19 138	7 232	7 492	3 241	1 173	6,83
	über 89 kW	21 932	11 247	6 580	2 243	1 862	6,17
	Insgesamt	1 654 685	214 070	217 611	222 667	1 000 337	16,42
1. 7. 1987	bis 17 kW	302 790	6 940	5 938	4 971	284 941	27,17
	18 bis 25 kW	327 509	4 191	5 275	7 716	310 327	22,67
	26 bis 29 kW	260 693	14 257	21 046	42 713	182 677	16,92
	30 bis 37 kW	207 799	22 191	26 456	42 646	116 506	14,00
	38 bis 59 kW	430 647	97 367	100 934	110 655	121 691	10,25
	60 bis 74 kW	88 902	40 845	21 551	15 480	11 026	6,92
	75 bis 89 kW	20 094	6 933	7 159	4 351	1 651	7,42
	über 89 kW	23 914	11 397	7 211	3 125	2 181	6,58
	Insgesamt	1 662 348	204 121	195 570	231 657	1 031 000	17,00
1. 7. 1988	bis 17 kW	296 804	7 135	5 833	4 741	279 095	28,00
	18 bis 25 kW	321 484	4 249	4 053	7 159	306 023	23,58
	26 bis 29 kW	258 785	12 230	17 048	39 765	189 742	17,75
	30 bis 37 kW	207 895	19 586	22 355	40 660	125 294	14,75
	38 bis 59 kW	441 872	91 595	92 150	117 043	141 084	10,83
	60 bis 74 kW	95 803	41 624	23 005	17 266	13 908	7,33
	75 bis 89 kW	21 636	7 122	6 537	5 738	2 239	7,83
	über 89 kW	26 269	11 464	7 713	4 526	2 566	7,00
	Insgesamt	1 670 548	195 005	178 694	236 898	1 059 951	17,58
1. 7. 1989	bis 17 kW	290 416	7 309	5 324	4 874	272 909	28,83
	18 bis 25 kW	314 627	3 748	3 680	6 743	300 456	24,50
	26 bis 29 kW	255 988	9 261	15 041	33 383	198 303	18,58
	30 bis 37 kW	207 843	16 395	20 619	37 798	133 031	15,50
	38 bis 59 kW	451 395	84 453	85 187	115 371	166 384	11,42
	60 bis 74 kW	102 465	39 976	25 720	19 386	17 383	7,75
	75 bis 89 kW	23 330	7 586	5 661	7 008	3 075	8,08
	über 89 kW	28 802	11 655	7 996	6 015	3 136	7,42
	Insgesamt	1 674 866	180 383	169 228	230 578	1 094 677	18,17

1.3 Die nationale, regionale und internationale Normung der Landtechnik

The national, regional and international standardization of agricultural machinery

W. Plate, Frankfurt am Main

Der ersten Ausgabe des Jahrbuches Agrartechnik war es vorbehalten, grundlegende Aussagen zum Normenwerk, den Ausschüssen und den Zielen der Normung aufzuzeigen. In den folgenden Jahrbüchern soll die fachbezogene Thematik etwas näher behandelt werden. Dennoch sei auf einige grundlegende Entwicklungen hingewiesen, die sich im Jahre 1989 vollzogen oder konkretisiert haben.

Europäische Sicherheitsnormen

Zu allererst sind die neuen Aktivitäten des Europäischen Komitees für Normung (CEN) zu nennen. Eine neue Bedeutung und Wertigkeit hat die bislang verhältnismäßig unbedeutende Organisation durch die veränderte Normenpolitik der Kommission der Europäischen Gemeinschaft (EG) erhalten. Die Kommission hat eingesehen, daß im politischen Gesetzgebungsverfahren nicht jedes technische Detail geregelt werden kann. 30 Jahre lang ist dies ohne durchgreifenden Erfolg versucht worden. Die neue Normenpolitik beinhaltet eine Arbeitsteilung zwischen Staat und privater Selbstverwaltung der Wirtschaft. Im gesetzgeberischen Verfahren werden grundlegende Anforderungen aufgestellt, die dann durch Europäische Normen konkretisiert werden sollen. Dahinter steht der Zwang zur Harmonisierung der nationalen technischen Regelwerke im Zusammenhang mit der Einführung eines Europäischen Binnenmarktes ab dem 1. Januar 1993. Ob das CEN diese Aufgaben erfüllen kann, bleibt abzuwarten.

Für die Europäische Normenorganisation war das Jahr 1989 ein Jahr der Umstrukturierung, der Einführung neuer Arbeitsweisen und der Gründung vieler Technischer Komitees. Dazu gehört auch das CEN/TC 144, dessen Sekretariat beim französischen Normenausschuß (AFNOR) liegt. Das Komitee hat die Aufgabe, Sicherheitsnormen für den Fachbereich Land- und Forsttechnik sowie der Garten- und Landschaftspflege zu erstellen. Der Aktivitätenbereich ist eindeutig und ausschließlich auf den Arbeitsschutz beschränkt. Den Normungsarbeiten liegt die EG-Richtlinie

„Sicherheit für Maschinen“ zugrunde. Diese Aktivitäten binden Normungskapazitäten, obwohl auch die bisherigen Arbeitsbereiche nahezu uneingeschränkt weitergeführt werden müssen und in einigen Bereichen sogar neue Aufgaben hinzugekommen sind.

Dennoch hat die Normengruppe Landmaschinen und Ackerschlepper (NLA) das Sekretariat für die Arbeitsgruppe 2 – Traktoren und selbstfahrende Arbeitsmaschinen – und für die Arbeitsgruppe 6 – Forstgeräte und Forstmaschinen – übernommen. Eine enge Zusammenarbeit ist mit dem Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften (BLB) vereinbart worden. Der Beginn der Arbeiten hat aber auch gezeigt, daß bis zum Ende 1992 auf keinen Fall ein vollständiges, harmonisiertes Normenwerk für das Gebiet des Arbeitsschutzes vorliegen wird. Es wäre vermessen anzunehmen, daß historisch gewachsene Regelwerke in den zwölf EG-Ländern und den sechs EFTA-Ländern innerhalb von zwei Jahren harmonisiert werden können.

Internationale Normung

Die International Organisation for Standardization (ISO) hat ihre Aktivitäten insbesondere auf Betreiben der außereuropäischen Länder eindeutig verstärkt. Dies entspricht zwar grundsätzlich den Interessen der deutschen Landmaschinenindustrie, verstärkt aber zusätzlich den Kapazitätsengpaß der Technischen Ausschüsse und der Geschäftsstelle. Die Internationale Normung in der ISO wird weiterhin mit sehr hoher Priorität weiterverfolgt werden müssen, will man sich nicht dem Vorwurf aussetzen, daß man sich in der „Festung Europa“ verschanzt. ISO hat ihrerseits auf die europäischen Aktivitäten reagiert, sich neue Verfahrensregeln zugelegt und die Arbeitsweise so verändert, daß die Bearbeitungszeiten wesentlich verkürzt werden können.

Eine Reihe neuer Themenvorschläge liegen auf dem internationalen Normungstisch und warten darauf bearbeitet zu werden. Darunter befindet sich das große Themenpaket zur Anwendung der Elektronik in der Landwirtschaft. Die neuen

Kommunikationssysteme haben bei Banken, Versicherungen und Verwaltungen ihre nahezu flächendeckende Verbreitung gefunden und werden in der Landwirtschaft und der Landtechnik sinnvolle Anwendung finden. Elektronische Systeme werden vor allem in der Innen- und Außenwirtschaft zur rechnerunterstützten Prozeßführung eingesetzt werden. Die Bildung völlig neuer Expertengremien ist erforderlich.

Zusammenarbeit mit der DDR

Mit der politischen Neuorientierung der DDR und der Einführung der Wirtschafts-, Währungs- und Sozialunion mit der Bundesrepublik Deutschland ist auch der Fortbestand zweier Deutscher Normeninstitute nicht mehr denkbar. Bereits Ende 1989 hat sich abgezeichnet, daß das Amt für Standardisierung, Warenprüfung und Meßwesen (ASMW) der DDR in das Deutsche Institut für Normung (DIN) integriert werden wird. Gleiches gilt für den Fachbereich Landmaschinen und Traktoren. Mitarbeiter aus der DDR werden am Verhandlungstisch der Technischen Ausschüsse Platz nehmen und ihre im Jahre 1962 aufgekündigte Mitarbeit fortsetzen. Inwieweit eine Veränderung des DIN-Normenwerkes durch die Integration des DDR-Normenwerkes erforderlich ist, kann derzeit noch nicht abgeschätzt werden. Es gilt jedoch der Grundsatz der möglichst unveränderten Einführung des DIN-Normenwerkes in der DDR.

Neue Normen des Jahres 1989

DIN 9612/1	– Frontzapfwellen
DIN 9612/2	– Frontgeräteeinbau
DIN 9684/1	– Signalübertragung
DIN 11026	– Zugöse 40, verstärkter Schaft
DIN 11029	– Mehrzweckbolzenkupplung
DIN 11040	– Begriffe, Geräte, Verfahren
DIN 11043	– Zugöse 40, Knickdeichseln
DIN 11751	– Hydraulikzylinder, Maße
DIN-ISO 8016	– Räder mit Nabe
ISO 2288	– Motor-Nettoleistung, Prüfung
ISO 3410	– Breitkeilriemen, D-Wandler
ISO 3463	– Umsturzschtutvorrichtung, Dynamischer Test
ISO 3776	– Sitzgurte, Befestigung
ISO 3789/3	– Stellteile, Rasentraktoren
ISO 3789/4	– Stellteile, Forstmaschinen
ISO 4197	– Winkelmesser für Grubber
ISO 4254/1	– Sicherheitsanforderungen, allgemein

ISO 3795	– Innenausstattung, Brandverhalten
ISO 5700	– Umsturzschtutvorrichtung, Statischer Test
ISO 5718/1	– Kreiselmäherwerke, Klingen
ISO 5721	– Prüfung des Sichtfeldes
ISO 6097	– Prüfung Heizung, Ventilation
ISO 6720	– Arbeitsbreiten
ISO 8210	– Mähdrescher, Prüfung
ISO 8437	– Schneefräsen, Sicherheit

Elektronische Schnittstellen

Bekanntlich nimmt die Anwendung elektronischer Systeme und Bauteile in der Landtechnik ständig zu. Unter anderem wird die Optimierung des Gesamtsystems Traktor/Arbeitsgerät angestrebt, in dem bestimmte Betriebszustände (z. B. Zapfwellen-Drehzahl, Drehmomente, tatsächliche Vorfahrt) am Traktor gemessen und die Meßwerte zum Arbeitsgerät übertragen werden. Dort werden die Signale für die Steuerung bestimmter Gerätefunktionen verwendet. Die Anwendung solcher Techniken ist von der Verfügbarkeit preiswerter Sensoren an Traktoren abhängig, aber auch von einer genormten Schnittstelle zwischen Traktor und Arbeitsgerät. Eine der ersten Aufgaben der neu gebildeten Arbeitsgruppe „Elektronische Schnittstelle“ war es daher, eine sogenannte „Sofortlösung“ zu erarbeiten. In DIN 9684, Teil 1, wird eine Schnittstelle beschrieben, die eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen Sender und Empfänger vorsieht. Es ist absehbar, daß weitere Teile dieser Normenreihe erarbeitet werden müssen. Besondere Dringlichkeit hat die Definition einer seriellen BUS-Schnittstelle, um eine weitgehend rechnerunterstützte Gerätesteuerung und die Ankoppelung an stationäre Betriebsrechner – meist PCs – zu ermöglichen.

Arbeitsgeräte – Schnellkuppler

Das schnelle Ankoppeln von Arbeitsgeräten vom Fahrerplatz des Traktors aus wird derzeit mit sehr unterschiedlichen Schnellkuppelsystemen realisiert. Eine Arbeitsgruppe unter deutscher Federführung arbeitet derzeit an einer ISO-Norm, in der die Anschlußmaße und Freiräume der wichtigsten Schnellkupplersysteme beschrieben werden. Es ist davon auszugehen, daß der amerikanische Rahmenkuppler (ASAE S 278.6), der „Dreieck-Kuppler“ und der zweiphasige Dreipunkt-Hakenkuppler in die Norm aufgenommen

werden. Des weiteren ist damit zu rechnen, daß der in Frankreich und Dänemark übliche Zweipunktkuppler – eine Art Querstange in den Unterlernern – in die Norm aufgenommen wird. Ziel dieser Aktivitäten ist es, die verbreiteten Schnellkuppelsysteme maßlich zu fixieren, um die Austauschbarkeit sicherzustellen und die Systemvielfalt einzuschränken.

Mähdrescherprüfung

Die Mähdrescherhersteller haben ihre Auslandsaktivitäten weiter gesteigert, ihr Markt ist die Welt. Bei der Gebrauchswertprüfung von Mähdreschern werden leider sehr unterschiedliche nationale Prüfmethode angewendet. Nunmehr ist eine ISO-Norm vorgelegt worden, die eine umfangreiche Prüfmethode enthält und sich für die Harmonisierung des Mähdrescher-Prüfwesens eignet. Die wichtigsten Kenndaten des Mähdreschers werden festgestellt, eine Funktionsprüfung im Feldeinsatz durchgeführt, und es ist eine Leistungsprüfung unter bestimmten Bedingungen zu absolvieren. Die Leistungswerte werden mit denen eines Bezugs-Mähdreschers verglichen. Es ist vorgesehen, diese Methode auch in das deutsche Normenwerk zu übernehmen.

Garten- und Rasentraktoren

Auf dem Gebiet der Kommunaltechnik gibt es drei wichtige ISO-Norm-Entwürfe. Sie betreffen die Anhängung und den Geräteanbau bei Rasen- und Gartentraktoren. Bisher existieren lediglich einige nationale Normen, so daß der Geräteanbau und die Anhängung weitgehend unter firmenspezifischen Bedingungen erfolgt. Die nun veröffentlichten Entwürfe basieren auf amerikanischen Normen (z. B. Zapfnabenantrieb). Leider fehlt eine ähnliche Norm für den Zapfwellenantrieb.

Europäische Sicherheitsnormen

Auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes sind zwei fachübergreifende europäische Norm-Entwürfe veröffentlicht worden. Sie enthalten zum einen Gestaltungsgrundsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten von Erzeugnissen und zum anderen Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrenstellen. In diesen Entwürfen sind Konzepte zur Unterstützung von Konstrukteuren bei der Risikobewertung enthalten. Es werden Prin-

zipien und Techniken zur Verbesserung der Sicherheit bei Maschinen für gewerbliche und private Zwecke beschrieben. Es wird auch eine Anleitung für eine erste sicherheitstechnische Bewertung von Maschinen gegeben, für die keine fachspezifischen Produktnormen verfügbar sind.

Die Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrenstellen basieren auf DIN 31 001, Teil 1, jedoch sind Präzisierungen und in einigen Fällen auch Veränderungen vorgenommen worden.

Informationen zum Normenwerk

Weitere Informationen erteilt die Normengruppe Landmaschinen und Ackerschlepper, Lyoner Straße 18, 6000 Frankfurt/Main 71, Tel.: 069/6603-309. Eine Broschüre mit dem Gesamtverzeichnis der nationalen, regionalen und internationalen Normen- und Norm-Entwürfe kann kostenlos angefordert werden.

☐ Zusammenfassung

Das Europäische Komitee für Normung (CEN) hat neue Aufgaben bekommen. Sicherheitsnormen sollen bis zum Beginn des Binnenmarktes zur Verfügung stehen. Die Internationale Normenorganisation (ISO) verstärkt ihre Aktivitäten insbesondere im Bereich der Elektronik. Die neuen Normen des Jahres 1989 sind genannt und verschiedene Normprojekte beschrieben.

☐ Summary

The European Committee for Standardization (CEN) has got new tasks. Safety standards shall be available by the beginning of the Internal Market. The International Organization for Standardization (ISO) reinforces its activities especially in the field of electronics.

The new standards of 1989 are mentioned and different standard projects are described.

1.4 Umwelttechnik

Pollution control

W. Baader und A. Munack, Braunschweig

Die Berücksichtigung ökologischer Zusammenhänge und die Erfüllung von Umweltschutzauflagen werden in der Landwirtschaft zunehmend zu Faktoren, die mitbestimmend sind für die Gestaltung von Arbeitsabläufen wie auch für die Durchführung von technischen Maßnahmen und für den Einsatz neuer technischer Mittel. Neben der Erhaltung der Funktionsfähigkeit agrarisch genutzter Ökosysteme – wobei insbesondere der Schutz des Bodens vor Erosion und Verdichtung eine vordringliche Aufgabe darstellt – sind es die Einträge von schädlichen Stoffen in Luft, Boden/ Wasser und Biota, die es zu verringern oder ganz zu vermeiden gilt.

Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Ein generelles Ziel bei der Anwendung aller Ausbringtechniken ist die Vermeidung von Verlusten und die Minimierung des Stoffeinsatzes. Damit stehen ökologische und ökonomische Ziele bei der Landbewirtschaftung zunächst im Einklang. Allerdings kann der technische (und damit finanzielle) Aufwand für die Minimierung des Stoffeinsatzes unter strikt ökologischen Bedingungen erheblich höher sein als der Gewinn durch Verringerung der Aufwandsmenge; hier muß man bestrebt sein, leistungsfähige technische Systeme zu niedrigen Kosten bereitzustellen, um Zielkonflikte zu vermeiden und im Sinne „Ökologie ist Langzeit-Ökonomie“ eine umwelt-schonende Landbewirtschaftung zu gewährleisten. Eine Reihe der im folgenden vorgestellten Neuentwicklungen wird diesem Anspruch bereits teilweise gerecht.

Bei den Feldspritzgeräten gilt es, Restmengen zu vermeiden, die Spritzqualität zu verbessern und die Abdrift zu reduzieren. Mikroelektronische Komponenten können insbesondere zur Lösung der beiden erstgenannten Probleme beitragen. Dabei erlaubt die Kopplung des Geräts mit der Traktor-Elektronik, also etwa dem Bordcomputer, eine fahrgeschwindigkeitsproportionale Dosierung, wobei auch unterschiedliche Sollwerte (die noch von der Bestandesdichte oder dem Grad einer eventuellen Schädigung abhängen können) vorgebar sind. Eine bemerkenswerte Neuentwicklung auf diesem Gebiet stellt die

Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln dar. Bei diesem Verfahren [1] können gleichzeitig mehrere Pflanzenschutzmittel in flüssiger Form während des Ausbringvorgangs einem Wasserstrom in genauer, vorgebarer Dosierung zuge-mischt werden; das Herstellen von Mischungen entfällt, und das Problem von Restmengen stellt sich somit nicht mehr. – Für den Obstbau ist ein Recyclinggerät entwickelt worden, bei dem ein Spritztunnel Verwendung findet, in dem das Pflanzenschutzmittel im Sprühverfahren ausgebracht wird. Durch Kreislaufführung der Luft im Tunnel kann die Abdrift erheblich reduziert werden, was eine Halbierung der Aufwandsmengen bei dem vorgestellten Prototyp erlaubt [2].

Weitere Möglichkeiten des Einsatzes der Mikroelektronik im Bereich der zielflächenorientierten Ausbringung sowohl von Pflanzenschutz- als auch von Düngemitteln eröffnen sich durch die standortspezifische Dosierung. Eine Kartierung der zu befahrenden Flächen hinsichtlich Nährstoffbedarf und ähnlichem bildet dafür jedoch eine Grundvoraussetzung. Diese Daten können dann vom Hofcomputer auf den Bordcomputer übertragen werden, der während der Fahrt die standortspezifischen Sollwerte vorgibt. Die Ermittlung der aktuellen Position mit einer Genauigkeit von etwa 20 m ist mittels des Global Positioning Systems (GPS) in naher Zukunft möglich (derzeit sind noch nicht alle erforderlichen Satelliten vorhanden, so daß noch kein kontinuierliches Arbeiten des Systems gewährleistet ist). Da derartige Satellitenempfänger auch für die Verkehrsleitung in Kraftfahrzeugen eingesetzt werden sollen, wird mit Preisen von rund 1000 DM für die künftige Großserienfertigung gerechnet.

Emissionen bei der Tierhaltung

Im Bereich der Tierhaltung treten Umweltgefährdungen durch Gerüche und im wesentlichen durch Ammoniak-Emissionen auf. Es wird geschätzt, daß etwa 80% aller Ammoniak-Emissionen in Europa durch die Landwirtschaft verursacht werden; die Schätzungen für die Bundesrepublik Deutschland liegen noch darüber [3]. Neben Verfahren der ordnungsgemäßen Lagerung von Flüssigmist kommt auf diesem Gebiet

besondere Bedeutung solchen Untersuchungen zu, die sich mit der Vermeidung der Entstehung verunreinigter Abluft in Ställen befassen.

Möglichkeiten dazu bieten sich durch geeignete Fütterungsverfahren, wobei der Einsatz der Mikroelektronik auf bedarfsgerechte Fütterungstechniken (Tiererkennung, Dosierung) zielt. Aber auch die Regelung des Stallklimas, die Beherrschung des Stoffübergangs vom Boden an die Stallluft und die geeignete Luftführung in Ställen können in erheblichem Maße zur Reduzierung der Emissionen beitragen, wie neuere Simulationsrechnungen mit unterschiedlichen Arten der Zwangsbelüftung gezeigt haben. Diese Untersuchungen werden zur Zeit durch entsprechende Messungen der Strömungs- und Konzentrationsprofile in einer Reihe von Ställen ergänzt [4].

Weitere Emissionen

Umweltwirkungen durch Staub- und Lärmemissionen landwirtschaftlicher Betriebe erscheinen zunächst als relativ unbedeutend, wenn man sie etwa mit Industrieanlagen vergleicht. Allerdings sind diese Fragestellungen gerade bei Genehmigungsverfahren in jüngster Zeit stark in den Vordergrund des Interesses gerückt, da mit dem Bundesimmissionsschutzgesetz und den entsprechenden Verwaltungsvorschriften (TA Luft, TA Lärm) enge gesetzliche Normen eingeführt worden sind. Die technischen Maßnahmen zur Vermeidung solcher Emissionen sind vielfältig und können in einem Überblicksartikel nicht erschöpfend behandelt werden; deshalb sei hier lediglich auf die Literatur verwiesen [5].

Behandlung von Flüssigmist

Im Hinblick auf die Vermeidung des Eintrags überschüssiger Flüssigmist-Inhaltsstoffe in das Grundwasser ist es erforderlich, bei der Verwertung des Flüssigmistes, das heißt bei dessen Ausbringung auf das Feld, den Zeitpunkt und die Nährstoffmenge an den jeweiligen Bedarf der Pflanzen anzupassen. Dies bedingt jedoch wegen des in der Regel ganzjährigen Anfalls des Flüssigmistes dessen Zwischenspeicherung, insbesondere während des Winters und in Zeiten fortgeschrittener Pflanzenentwicklung. Um dieses Ziel einer zeit- und bedarfsgerechten, einzelbetrieblichen Flüssigmistverwertung zu ermöglichen, werden mit öffentlichen Mitteln (beispielsweise vom Land Niedersachsen) Beihilfen für die Erstellung von Speichieranlagen gegeben. Da aus Um-

weltschutzgründen nur eine begrenzte Menge an Flüssigmist oder Nährstoffen je Hektar und Jahr ausgebracht werden darf, ist bei Mangel an eigenen Flächen die Abgabe der Überschüssen an andere Betriebe eine sinnvolle Lösung. Die Organisation einer solchen überbetrieblichen, regionalen Verteilung wird durch die Errichtung von gemeinschaftlichen Flüssigmistlagern erleichtert. Ein Beispiel hierfür ist das Modellvorhaben Bitburg (Eifel), das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert wird [6].

Die ökonomisch sinnvolle und zugleich umweltverträgliche Verwertung von Flüssigmist ist auch ein zentraler Ansatzpunkt für eine Verringerung der Luftbelastung durch Ammoniak. Erhebliche Ammoniakemissionen treten insbesondere bei der Flüssigmistausbringung auf. Vielfältige Untersuchungen dieser Problematik ergaben, daß die geringsten NH_3 -Emissionen beim direkten Einbringen der Gülle in den Boden zu verzeichnen sind [7]. Technische Lösungen werden in dieser Hinsicht seit kurzem durch den Anbau von Drillscharen an den Güllewagen angeboten. Die durch die Intensität in der Tierproduktion verursachten Umweltprobleme beschränken sich jedoch nicht nur auf die unerwünschten und auch ökonomisch nicht vertretbaren Stickstoffverluste in Form von Ammoniakemissionen in die Luft, sondern sind regional auch im Bereich des Gewässerschutzes sowie der Trinkwasserversorgung vorhanden. Angesichts dieser Situation wird dort eine gesetzlich vorgeschriebene, drastische Verringerung des Nährstoffeintrags nicht mehr auszuschließen sein. Deshalb wird verstärkt versucht, den Flüssigmist durch eine gezielte Behandlung und Aufbereitung hinsichtlich seiner Nährstoffzusammensetzung und -konzentration so zu verändern, daß ein kontrollierter Einsatz der einzelnen Stoffe ermöglicht wird. Bei der Behandlung von Flüssigmist ist derzeit aber nur die mechanische Abtrennung der Feststoffe, zum Beispiel durch Siebpressen oder Zentrifugen und daran anschließende Kompostierung, über das Entwicklungsstadium hinausgekommen.

Mit den Feststoffen können dem Flüssigmist bereits erhebliche Mengen an Nährstoffen (bis zu 25% des Stickstoffs und bis zu 35% des Phosphats) entzogen werden, so daß damit in manchen Regionen die behördlichen Auflagen zur Verminderung der Ausbringungsmengen für Flüssigmist-Nährstoffe erfüllt sind.

Aufgrund der besonderen Probleme in Wasserschutzgebieten wird es jedoch künftig notwendig

werden, die Gülle soweit von Inhaltsstoffen zu befreien, daß für die verbleibende Flüssigkeit die gesetzlichen Bedingungen für eine Einleitung in den Vorfluter erfüllt sind, die abgetrennten Stoffe aber zu transportwürdigen Düngerkonzentraten aufbereitet werden. So wird zum Beispiel in einem vom Land Niedersachsen geförderten Forschungs- und Entwicklungs-Vorhaben eine Pilotanlage errichtet, mit der täglich etwa 30 m³ Schweinegülle über chemisch-physikalische und biologische Prozeßschritte soweit aufbereitet werden, daß als Endprodukte trockener organischer Dünger, Ammonsulfat, Kalziumphosphat und sauberes Wasser die Anlage verlassen [8]. Darüber hinaus werden in einem vom Bundesministerium für Forschung und Technologie geförderten Programm [9] verschiedene, aus der Verfahrenstechnik bekannte Verfahren, wie Ammoniak-Desorption und -strippung mit anschließender Absorption durch Wasser oder Säure, Phosphatfällung, Mikrofiltration und Umkehrosmose, Verdampfung mit Brüdenverdichtung und Energierückführung, ab Mitte dieses Jahres auf ihre Eignung für die Behandlung von Flüssigmist erprobt.

Einsatz von biologisch abbaubaren Schmiermitteln

Ein Schwerpunkt im Hinblick auf einen ökologisch und ökonomisch gleichermaßen optimalen Einsatz von Betriebsmitteln ist die zunehmende Verwendung von Ölen und Fetten auf pflanzlicher Basis, insbesondere für die sogenannte Verlustschmierung (zum Beispiel bei Maschinen in der Forstwirtschaft, wo die Schmierstoffe mehr oder weniger auf den Boden tropfen). Gegenüber Mineralölen sind einige Eigenschaften der pflanzlichen Öle, beispielsweise die Haftwirkung, deutlich besser, und ihre Umweltverträglichkeit ist aufgrund ihrer hohen biologischen Abbaubarkeit gegeben [10, 11]. Rapsöl hat dabei wegen seiner günstigen Eigenschaften und seiner heimischen Verfügbarkeit eine besondere Bedeutung. Erste Schritte werden unternommen, auch Hydraulikflüssigkeiten auf pflanzlicher Basis in der Praxis einzusetzen [12].

□ Zusammenfassung

Die zielflächenorientierte Dosierung und die Vermeidung von Restmengen bei der Ausbringung von Düngemitteln und Agrochemikalien unter Nutzung der Mikroelektronik stehen im Vor-

dergrund einer Reihe von Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Verteiltechniken. Im Falle der Verminderung der gasförmigen Emissionen aus der Tierhaltung, insbesondere von Ammoniak, sind Untersuchungen zu Fütterungstechniken, zur Klimaregelung in Ställen sowie zum Stoffübergang vom Boden an die Stallluft im Gange. Weiteren Umweltwirkungen, wie etwa Staub- und Lärmemissionen, wird nach der Verabschiedung entsprechender gesetzlicher Regelungen ebenfalls stärkere Aufmerksamkeit gewidmet.

Zur Vermeidung des Eintrags von Flüssigmist-Inhaltsstoffen in das Grundwasser sind für die Ausbringung von Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Flächen zeitliche und mengenmäßige Begrenzungen behördlich verordnet. Dies zwingt zu organisatorischen und technischen Maßnahmen: Erhöhung der Speicherkapazität im Einzelbetrieb sowie Errichtung von gemeinschaftlichen, großvolumigen Speichereinrichtungen für die überbetriebliche, regionale Verteilung. Wo sich die Überschußmengen auf diesem Wege nicht oder nur teilweise verwerten lassen, sind dem Flüssigmist Inhaltsstoffe zu entziehen, die dann in konzentrierter Form in Bedarfsregionen verbracht werden können. Mit der mechanischen Feststoffabtrennung kann auch bereits eine Teilentlastung des Flüssigmistes von Nährstoffen erreicht werden. Höhere Trennwirkungsgrade erfordern jedoch physikalische und chemische Verfahren, die sich zwar in der Industrie bewährt haben, für die Behandlung von Flüssigmist aber noch erprobt werden müssen. Entsprechende Arbeiten werden mit öffentlichen Mitteln gefördert.

Ein weiterer Beitrag zur Reinhaltung des Grundwassers ist der Einsatz von biologisch abbaubaren, aus pflanzlichen Rohstoffen hergestellten Schmiermitteln. Diese weisen neben ihrer Umweltverträglichkeit zum Teil auch bessere Eigenschaften auf als herkömmliche Schmierstoffe.

□ Summary

Recently developed devices for distribution and spraying of fertilizers and agrochemicals make use of microelectronics in order to guarantee a precise and demand-oriented distribution and to avoid dregs. For reduction of gaseous emissions (esp. ammonia) from animal houses research is under progress in the areas of feeding techniques, climate control, and control of the mass transfer from the bedding into the air. Furthermore, increased attention is drawn to

other environmental effects, e. g. dust and noise emissions, since new laws and regulations were issued.

With the aim of preventing groundwater pollution by compounds of liquid manure restrictions regarding time period and quantity for disposal of manure are ordered by the Environment Authority. As consequence different organizing and technical measures have to be considered: Extending the capacity for on-farm storing the manure as well as construction of high-volume collective storage systems for multifarm regional distribution of liquid manure. If surpluses cannot be utilized totally or mainly by that way, than more or less nutrients are to be separated and transported as

concentrates to regions with lack of fertilizer. Mechanical separation of solids is a suitable method to achieve an essential reduction of solids and nutrients in the liquid manure. For higher separation efficiency physical and chemical processes known from industry are necessary. But they must be proved and adapted to be suitable for treating liquid manure. Related activities are promoted by public support.

A further contribution to guarantee water purity is given by utilizing biological degradable lubricants derived from plant products, which show, compared with conventional lubricants, besides environmental compatibility some advantageous properties.

2. Traktoren Agricultural tractors

2.1 Gesamtentwicklung General development

K. Th. Renius, München

Allgemeines

Die Traktorenindustrie der Bundesrepublik hat sich im Jahre 1989 weiter erholt (**Tafel 1**). Zwar stiegen die Inlandszulassungen nur um 1% an, jedoch wurden 17,5% mehr Traktoren exportiert, und der Gesamtumsatz der Produktion stieg aus einer Talsohle von 3,4 Mrd. DM (1987) über 3,7 Mrd. DM (1988) auf nun 4,2 Mrd. DM (1989) [1]. Bei den Inlands-Marktanteilen hat vor allem Case-IH 1989 kräftig zugelegt (**Tafel 2**).

Das Traktorengeschäft hat sich auch in West-Europa weiter leicht erholt: Die Produktion wird für 1989 auf etwa 300 000 Einheiten geschätzt und man erwartet etwa 215 000 Neuzulassungen. Frankreich, Italien und die Bundesrepublik sind seit längerem die Hauptabnehmer (1988 zusammen etwa 110 000 Einheiten), gefolgt von Großbritannien (1988: 22 521) und Spanien (1988: 23 798) [1]. Auch weltweit stieg die Nachfrage nach Traktoren. Die Landwirtschaft hat sich insbesondere

in Nordamerika infolge erheblich abgebauter Produktionsvorräte seit 1987 deutlich erholt, die Maschinenumsätze zogen wieder an [2].

Der über Jahrzehnte angestiegene Allradanteil [3] hat bei den Inlandsneuzulassungen des Jahrgangs 1988 die 80%-Marke überschritten. Die Motorleistungen nehmen nach wie vor in fast allen Märkten weiter zu, was man im wesentlichen durch den kontinuierlich erhöhten Anteil aufgeladener Dieselmotoren erreicht [4]. Dieser Trend kommt auch den Leistungsgewichten zugute, die sich für allradgetriebene Kabinentraktoren seit 1982 [5] schon ein gutes Stück absenken ließen, insbesondere im oberen Leistungsbereich [6].

In der Fertigung hat sich der Trend von der Vorratsproduktion größerer Lose zur kundenorientierten Einzelmontage fortgesetzt mit entsprechend hohen Anforderungen an eine logistikgerechte Fabrikplanung [7; 8]. Zentralvernetzte EDV-Systeme haben längst auch die Entwicklungsbereiche überzogen, können sich aber

Tafel 1: Traktorenmarkt und Exporte der Bundesrepublik Deutschland (Stückzahlen) [1].

Table 1: Tractor market and export sales of the Federal Republic of Germany (units) [1].

Jahr	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Neuzulassungen gesamt	41 380	45 567	34 773	34 770	32 926	33 142	30 463	30 815
davon Importe*)	8 619	9 311	8 134	8 369	8 012	7 821	7 980	8 100
Exporte (LAV-Firmen)	59 410	61 444	56 039	58 358	50 259	42 979	47 032	55 278
Besitzumschreibungen	63 376	66 211	64 572	65 235	65 671	66 558	71 598	70 469

*) Zahlen weichen z. T. von den vor 1988 genannten ab infolge von Korrekturen in der LAV-Statistik.

Tafel 2: Marktanteile der sieben größten Anbieter bei den Traktoren-Neuzulassungen in der Bundesrepublik Deutschland (in % der Gesamtzulassungen) [1].

Table 2: Market shares of the first seven suppliers in the Federal Republic of Germany tractor market (% of total registrations in units) [1].

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Fendt	18,9	17,7	17,3	18,4	19,4	19,1	18,4	18,7
Deutz-Fahr	18,9	19,1	18,8	17,6	16,0	17,7	15,0	14,7
Case-IH	17,0	17,0	15,5	16,2	14,9	15,3	15,5	16,9
J. Deere	8,9	8,8	9,9	9,0	9,2	10,8	10,4	10,4
D. Benz	6,4	7,7	7,8	8,4	9,3	7,4	8,2	7,7
MF	6,2	5,4	6,3	6,1	6,5	6,6	6,9	6,7
Fiat	3,8	4,2	4,6	5,5	6,1	5,4	6,1	5,7
Summe	80,1	79,9	80,2	81,2	81,4	82,3	80,5	80,8

nur auf der Basis eines unternehmerisch ausgerichteten Projektmanagements voll entfalten [9]. Auf diesem Niveau haben Entwicklungsländer oft kaum noch Einstiegschancen – als möglicher Ausweg wird die Orientierung an der einfacheren Technik von Schwellenländern angesehen [10].

Die Agritechnica 1989 brachte wiederum eine Fülle von Neu- und Weiterentwicklungen [6; 11]. Die Übersicht über die fortschreitenden Elektronikanwendungen wird durch ein neuerschienes Buch erleichtert [12]. Zur verbesserten Kaufentscheidung wurde in den USA für Traktoren ein rechnergestütztes Beratungssystem vorgestellt [13], das unter anderem die Leistungsfähigkeit und Nähe des Händlers berücksichtigt. Auch die Reparaturkosten hat man weiter erforscht [14]. Zur Traktorhistorie erschienen weitere Dokumentationen [15; 16]; ein bekanntes Traktoren-Handbuch aus den USA gibt es nun in der 4. Auflage [17]. In einer Lehrbuchreihe zur Agrartechnik erschien ein weiterer Band, der unter anderem Grundlagen der Traktorentechnik zusammenfaßt [18].

Standardtraktoren

Zur Entwicklung des Münchener Forschungs-traktors erschien ein ausführlicher Bericht [19]. Auf der Agritechnica '89 stellte Case-IH die in den USA schon seit zwei Jahren bekannten „Maxxum“-Traktoren für Europa vor (Typen 7110/7120/7130/7140 mit 114/134/152/172 kW). 1990 wird zusätzlich die Ende 1989 in den USA vorge-

stellte „Maxxum“-Baureihe bei uns eingeführt (Bild 1). Hauptmerkmale sind das in vier Stufen lastschaltbare Getriebe mit kraftschlüssiger Reversierung, das erste europäische Load-sensing-Hydrauliksystem mit Verstellpumpe und der neugestaltete Fahrerplatz (Prinzip des „Load-sensing“ siehe Kapitel 2.4 im Jahrbuch Agrartechnik 1989).

Deutz-Fahr überraschte auf der Ausstellung durch die grundlegend überarbeiteten DX-Traktoren der neuen „AgroStar“-Baureihe (Bild 2). Die



Bild 1: Neue Standardtraktoren, Bauart Case-IH „Maxxum“ (1990), bestehend aus den Typen 5120, 5130 und 5140 (66/74/81 kW) (Werkbild Case-IH).

Fig. 1.: New standard tractor line Case-IH „Maxxum“ (1990), consisting of the models 5120, 5130 & 5140 (66/74/81 kW) (Works photo Case-IH).

völlig neukonstruierte Kabine soll extrem leise sein, nach Herstellerangaben nur noch um 72,5 bis 74 dB(A) am Fahrerohr nach OECD-Testbedingungen (Vollast). Die Kabinen von Deutz-Fahr und Case-IH weisen beide eine aufgeräumte rechte Konsole auf, in der die meisten Betätigungselemente so zusammengefaßt wurden, daß ein Aus- und Einstieg auch rechts gut möglich ist. Fendt hat das an der TU Berlin von Göhlich et al. erforschte Prinzip der Schwingungstilgung gemeinsam mit Bosch auf der Agritechnica '89 serienreif präsentiert (Nutzung der EHR). Dadurch verbesserte man Fahrkomfort und Fahrsicherheit bei Transportfahrten mit Anbaugeräten.

Im Frühjahr 1989 stellte Same mit dem „Antares 100“ (74 kW) den ersten Traktor mit ladeluftgekühltem 4-Zylinder-Turbomotor vor, der gleichzeitig in seiner Klasse (mit Allradantrieb und Komfortkabine) erstmalig die Leistungsgewichtsschwelle von 50 kg/kW unterschreitet. Auf der Agritechnica '89 folgten die Typen 110 und 130 als erste Traktoren mit elektronischer Drehzahlregelung des Dieselmotors. Demgegenüber liegt eine besondere Stärke der Deutz-„AgroStar“-Traktoren in ihren überdurchschnittlich hohen Nutzlasten: Die angegebenen zulässigen Gesamtgewichte betragen gemittelt das 1,8fache des Leergewichtes. J. Deere präsentierte Anfang 1989 seine obere Reihe in überarbeiteter Form (55er Serie mit 94/106/117/140/168 kW). Die verbesserten Motoren (alle aufgeladen) erreichen durch sehr große Drehmomentanstiege (33 bis 38%) ausgeprägte Konstantleistungsbereiche. (Dieses Prinzip gewinnt auch bei anderen Firmen an Bedeutung.) Am Fahrzeug führte man die Elektronik auf breiterer Basis ein (jetzt auch mit EHR) und ersetzte die fremdbezogenen getriebenen Frontachsen durch anschußgleiche Eigenentwicklungen.

Die Firma Ford stellte Ende 1989 ihre obere Reihe in überarbeiteter Form mit einem neuen 18/9-Vollastschaltgetriebe vor, das beachtliches Aufsehen erregte und mit den bekannten Konstruktionen von J. Deere und Case-IH konkurriert.

Besondere Bauarten

Das schon im letzten Bericht angesprochene neue Fahrzeug von Schlüter stieß auf ein breites Interesse [20]. Auf der Agritechnica '89 wurde sein Serienanlauf in Form einer oberen „Euro-Trac“-Reihe (96/118/140 kW) für Ende 1990 angekündigt [21]. Gleichzeitig gab man die beabsichtigte Grün-



Bild 2: Neue Standardtraktoren, Bauart Deutz-Fahr „AgroStar“ (1989), 5 Typen (65/70/74/88/105 kW) (Werkbild Deutz-Fahr).

Fig. 2: New standard tractor line Deutz-Fahr „AgroStar“ (1989), 5 models (65/70/74/88/105 kW) (Works photo Deutz-Fahr).

dung einer neuen Gesellschaft bekannt, an der Schlüter mit 60% und Claas mit 40% beteiligt werden soll. Fendt präsentierte auf der Agritechnica '89 zwei neue große „Freisicht-Traktoren“ mit luftgekühlten 6-Zylinder-Motoren von Deutz (74 und 85 kW), nach wie vor zugunsten des Allradantriebs ohne Zwischenachsanaufbau. Als Studie zeigte man einen Freisicht-Traktor mit zusätzlicher Knicklenkung (Wendigkeit, Hangsteuerung).

Die Trac-Technik-Entwicklungsgesellschaft (TTEG) machte 1989 bekannt, daß die 1985 und 1987 präsentierten IN-tracs nicht als Nachfolger des MB-trac vorgesehen sind, sondern daß dafür eine weitere neue Baureihe entwickelt werden soll.

Im Mai 1989 gab die „Intervitis“ in Stuttgart einen Überblick über den Stand der Technik im Weinbau [22]. Mehrere Firmen bieten Weinbautraktoren, Plantagentraktoren und kleine kompakte Standardtraktoren aus einem gemeinsamen Baukasten an – Fendt hatte mit dieser Strategie bei der seit 1987 eingeführten 200er Baureihe einen besonders guten Erfolg. Die Kommunalversion 250 K erfüllt mit 77 dB(A) Vorbeifahrt-Geräuschpegel den von einigen Gemeinden für „lärmberuhigte Zonen“ erlassenen Grenzwert (u. a. durch abgesenkte Motordrehzahl erreicht). Holder überarbeitete seine bekannte Knicklenkerbaureihe mit Umstellung auf neue Deutz-Motoren der Baureihe 1011 (28/37/44 kW).

Der in den USA Anfang 1987 eingeführte Großtraktor „Challenger 65“ mit hydraulisch gespanntem Profilbandlaufwerk und hydrostatisch

angetriebenem Lenkdifferential [23] hat trotz beachtlicher Vorteile [24] in Europa bisher wegen seiner Größe keine Bedeutung erlangt. Das Laufwerk wird jedoch von Claas für schwere Mähdrescher erprobt [25].

Der auf der Agritechnica 1985 vorgestellte Sondertraktor Horsch „Terratrac“ (181 kW) mit besonders bodenschonendem Dreiradfahwerk und hydrostatischem Fahrantrieb (Radmotoren) wurde bisher in etwa 50 Exemplaren gebaut.

Im unteren Leistungsbereich haben sogenannte Leichtfahrzeuge vor allem für Pflanzenschutz und Düngung begrenzte Bedeutung erlangt [26]. Die in den USA und England von der Forschung entwickelten Breitspurgeräteträger (für feste Fahrgassen) werden im Gemüsebau erstmalig kommerziell angewendet [27].

□ Zusammenfassung

Die Traktorenmärkte haben sich international weiter leicht erholt. Im Berichtszeitraum (mit Agritechnica '89) gab es mehrere neue Traktorenbaureihen und interessante Weiterentwicklungen.

Anhaltende Leistungssteigerungen erreicht man durch zunehmende Turboaufladung. Unter Last schaltbare Getriebegänge gewinnen an Bedeutung. Bei weiter abgesenkten Geräuschpegeln verbesserte man den Fahrkomfort auch durch Schwingungstilgung. Die erste europäische Load-sensing-Hydraulik mit Verstellpumpe wurde vorgestellt. Elektronische Systeme wurden erweitert und verbessert.

□ Summary

The tractor markets have stabilized world-wide. New tractor lines as well as improved concepts were presented during the regarded period (incl. exhibition Agritechnica '89). Engine power continues to rise due to increasing turbo charging. Power shifted gears gained more importance. Reduced noise levels as well as a new vehicle-implement damping concept improve the ride comfort. The first European load-sensing hydraulic system with variable displacement pump was presented. Electronics have been expanded and improved.

2.2 Motoren und Getriebe

Engines and transmissions

K. Th. Renius und G. Sauer, München

Entwicklung der Dieselmotoren

Die Nennleistungen neu zugelassener Traktoren steigen nach wie vor an – wenn auch inzwischen mit sehr kleinen relativen Zuwächsen. Ebenso erhöhten sich die sogenannten Drehmomentanstiege: Von der Praxis geforderte Mindestwerte stiegen in wenigen Jahren von 12 bis 15% auf jetzt etwa 20%, bei Großmaschinen noch darüber. Da man die Hubvolumina (in Europa etwa 0,9 bis 1,1 Liter je Zylinder) aus Investitionsgründen seit längerem kaum veränderte und auch die Nenndrehzahlen (etwa 2000 bis 2500/min) aus Verbrauchs- und Geräuschgründen beibehielt, bedeutet jede der beiden genannten Tendenzen höhere Drehmomente. Man erreichte diese vor allem durch eine kontinuierliche Zunahme der Turbo-Aufladung, die bei den jeweils leistungsstärksten Motoren beginnend von oben nach un-

ten in die Baureihen hineinwanderte. Inzwischen verwenden viele Firmen Turbomotoren bei allen drei Grundfamilien (Drei-, Vier- und Sechs-Zylinder) [1]. Diesem Trend folgt eine weitere Welle der Leistungssteigerung in der Form der sogenannten Ladeluftkühlung. Darunter versteht man die Wärmeabfuhr aus der verdichteten Frischluft (zwischen Lader und Motoreinlaß), wodurch größere Ladedrücke möglich werden. Bei 6-Zylinder-Motoren ist dieses Prinzip seit längerem üblich. Der erste ladeluftgekühlte 4-Zylinder-Dieselmotor wurde 1989 von Same im „Antares 100“ vorgestellt (73,5 kW bei 2500/min aus 4,00 Liter), gefolgt von Case-IH Ende 1989 (USA) mit dem „Maxxum 5120“ (66 kW bei 2200/min aus 3,922 Liter). Diese Entwicklung lag in der Luft [2] – ebenso die elektronische Motor-Drehzahlregelung [3], die von

Same auf der Agritechnica '89 in den Typen „Antares 110“ und „Antares 130“ (6-Zylinder-Motoren) präsentiert wurde. Sie bringt neben den Funktionsvorteilen (gute Kennlinien, Eingriffsmöglichkeiten, Freizügigkeit) nach Aussage der Industrie auch eine Reduzierung der Variantenzahlen bei den Einspritzpumpen.

Im oberen Leistungsbereich haben aufgeladene 6-Zylinder-Motoren einen bemerkenswerten technischen Reifegrad erreicht (Bild 1). Bei günstigsten spezifischen Vollastverbräuchen nahe 200 g/kWh (mit ersten Unterschreitungen bei Steyr und Schlüter-MAN) nutzt man die teilweise über 30% hinausgehenden Drehmomentanstiege zur Darstellung eines ausgeprägten Konstantleistungsbereiches. Dadurch kann ohne Leistungseinbußen „schaltfaul“ und sparsam gefahren werden. Bei einfachen Getrieben erscheint eine solche Philosophie einleuchtend. Daß die aufwendige Motortechnik aber inzwischen auch mit den bequem handhabbaren Vollastschaltgetrieben kombiniert wird, beweist den besonderen Stellenwert des Fahrkomforts in dieser Klasse. Bezüglich Sparsamkeit, Drehmomentoptimierung und Emissionsreduzierung profitieren Traktormotoren auch von den Entwicklungen im Nutzfahrzeugbau [4 bis 6]. Verbesserungen erreicht man dort vor allem durch weiter verfeinerte Einspritzsysteme mit Pumpendruck von teilweise schon über 1000 bar, sowie durch die aufkommende Zweistufen-Einspritzung [7]. Kompakte Pumpe-Düse-Einheiten bieten infolge der wegfallenden Leitungs-Ölsäulen ein exakter kontrollierbares dynamisches Verhalten. Die Entwicklung von praxistauglichen Partikelfiltern stellt sich aufwendiger dar, als zunächst vermutet wurde [8]. Fendt wird ab Mitte 1990 den Kommunaltraktor 250 K (37 kW) auf Wunsch mit einem Oxydationskatalysator liefern (Minderung CO, CH und Geruch). Weitere Geräuschreduzierungen sind bei Traktoren vor allem hinsichtlich Vorbeifahrt wünschenswert. Nach [9] erreichte man in einem Forschungsfahrzeug durch elastische Motorlagerung und gleichzeitige Kapselung Absenkungen von mehr als 10 dB(A). Wenn auch entsprechende Serienlösungen nicht bekannt wurden, hat doch die Firma Case-IH als einen Schritt in diese Richtung die Motoren am vorderen Ende elastisch abgestützt („Magnum“) beziehungsweise ganz frei am Getriebeblock hängend angeordnet („Maxxum“). Die Motoren können leichter gebaut werden und müssen nicht so speziell für Traktoren konzipiert sein – allerdings ist ein kräftiger Hilfsrahmen notwendig.

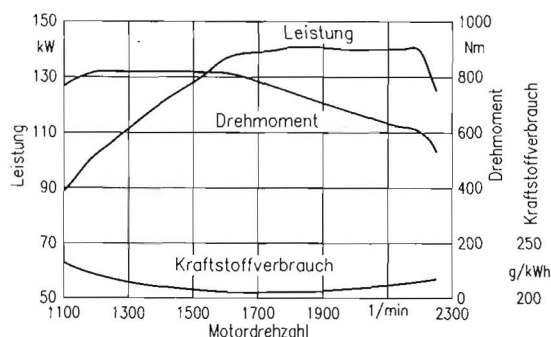


Bild 1: Vollast-Kennlinien eines 6-Zylinder-Dieselmotors (7,636 l) mit Turbolader und Ladeluftkühlung, Bauart J. Deere (USA) im Traktor 4755 (140 kW bei 2200/min), nach einer Werksmessung

Fig. 1.: Performance diagram of a 6-cylinder Diesel engine (7,636 l) with turbocharger and intercooler in the tractor J. Deere 4755 (140 kW rated engine power at 2200/min). Test diagram courtesy J. Deere

Die Diskussion um pflanzliche Kraftstoffe konzentriert sich derzeit auf Pflanzenöle, insbesondere auf Rapsöl [10]. In Österreich will man nach einem mehrjährigen Großversuch im September 1990 Rapsöl-Methylester (RME) als „Bio-Diesel“ kommerziell für die Landwirtschaft einführen (sogenannte „große Ölsaaten-Lösung“ [11; 12]). In der EG wäre ein entsprechender Schritt wohl bei den derzeitigen Rahmenbedingungen nicht vorstellbar. Reines Rapsöl ist um etwa 0,30 DM je Liter kostengünstiger als RME – geeignete direkt einspritzende Dieselmotoren (beispielsweise mit „Elsbett“-Technik) sind nach Ansicht führender Motorenfachleute als Serienprodukte kurzfristig noch nicht zu erwarten, obwohl Pressenotizen verschiedentlich einen solchen Eindruck erweckten [13].

Entwicklung der Traktorgetriebe

Mehrere Entwicklungsschübe der letzten Jahre kamen zu einem gewissen Abschluß: Die breite Einführung synchronisierter Schaltstellen auch für die Gruppenwahl (oft ölgekühlt), die Darstellung von 40 km/h-Varianten, die Optimierung des zur Normalausführung gewordenen Allradantriebes und der Übergang auf „Zapfwellen-Zusatzdrehzahlen“. Bewegung gibt es vor allem bezüglich des schon im vorigen Bericht angesprochenen neuen Trends zu mehr Lastschaltung (nach Jahrzehnten der Stagnation). Als neuestes Bei-

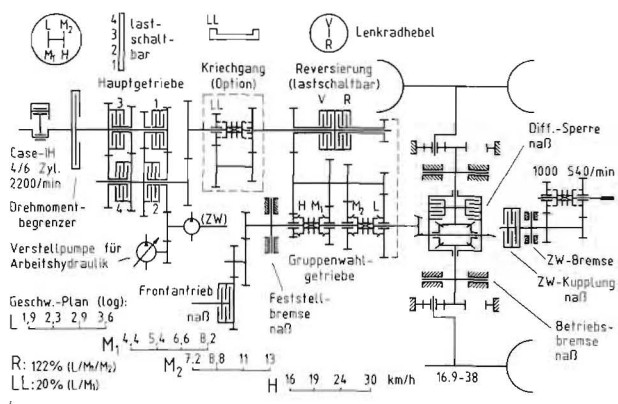


Bild 2: Teillastschaltbares Reversiergetriebe 16/12 (mit Kriechgängen 24/20), Bauart Case-IH, vorgestellt USA 1989 mit der Baureihe „Maxxum“ 5120, 5130 und 5140 (66/74/81 kW)

Fig. 2: Four-speed power shift 16/12 with reverser (24/20 with creeper), presented by Case-IH in USA 1989 with the tractor line "Maxxum" 5120, 5130 and 5140 66/74/81 kW rated engine power)

spiel kann das in Bild 2 gezeigte und im Herbst 1989 in den USA mit den „Maxxum“-Traktoren vorgestellte Case-IH-Getriebe gelten, das in der Standardausführung 16 Vorwärts- und 12 Rückwärtsgänge aufweist [14]. Die Darstellung der beiden angebotenen Höchstgeschwindigkeiten (30 und 40 km/h) erfolgt durch die Anpassungsstufe zwischen dem Hauptgetriebe und der Wendegetriebe-Eingangswelle. Die vier Grundgänge des Hauptgetriebes werden mittels elektrohydraulisch betätigter Kupplungen unter Last geschaltet. Bei Ausfall der Hydraulik wird der Kraftfluß zwischen Motor und Fahrwerk unterbrochen. Das Wendegetriebe ermöglicht ein Reversieren unter Last und erleichtert damit vor allem das Frontladen sowie Fahrmanöver im Vorgehende. Beim Treten des „Kupplungspedals“ wird der Leistungsfluß im Wendegetriebe durch das Öffnen der jeweils aktiven Kupplung (V/R) unterbrochen. Durch diese zentrale Lage der „Hauptkupplung“ werden die Drehmassen des lastschaltbaren Getriebeteils von den hinten liegenden vier synchronisierten Gruppen abgekoppelt, was den Schaltkomfort verbessert. Die Geschwindigkeiten rückwärts liegen um 22% höher als vorwärts, die Gruppe H ist für Rückfahrt gesperrt. Die Überlappung der Gruppen M_1 und M_2 dient der gewünschten Verdichtung der Stufung im Hauptarbeitsbereich (4-12 km/h), wobei allerdings teilweise zwei Hebel zu betätigen sind. Ein Gruppenwechsel ist auch beim Hochschalten auf der Straße notwendig, sofern mit schweren Lasten in M_2 angefahren werden muß. Das Getriebe kann auf Wunsch mit einer Kriechganggruppe (8 weitere Stufen in L und M_1) ausgerüstet werden, die normalerweise um den Faktor 5 langsamer ist (Faktor 2,5 möglich). Die Zuschaltung erfolgt mit separatem Hebel über eine Klauenschaltung bei

Stillstand. Das hinter dem Differential liegende Zapfwellengetriebe ermöglicht die beiden Normdrehzahlen 540 und 1000/min. Die Zapfwellenkupplung wird hydraulisch betätigt. Beim Öffnen verhindert eine durch Federkraft betätigte Zapfwellenbremse das Mitdrehen des Zapfwellenstummels (Ausführung „USA“ arbeitet mit Umsteckstummel).

Zusätzlich zu den bekannten durch alle Gänge unter Last schaltbaren Getrieben des oberen Leistungsbereiches (John Deere 15 Vorwärtsstufen, Case-IH 23 Vorwärtsstufen) stellte Ford Ende 1989 eine weitere Konstruktion mit 18 elektrohydraulisch geschalteten Vorwärtsstufen vor (lieferbar in den USA 1990). Damit haben sich Konzepte dieser Art zumindest für die internationalen Großflächenmärkte als Standard etabliert.

Die John Deere Werke Mannheim konnten bisher für ihre Traktorenbaureihe ein Kriechganggetriebe nur bei Verzicht auf die 2-Stufen-Lastschaltung anbieten. Zur Aufhebung dieser Einschränkung stellte man 1989 eine etwas unkonventionelle additive Kriechganglösung vor [15]. Dabei wird über ein ferngesteuertes Proportional-Steuerventil ein Konstant-Ölmotor mit einem stufenlos verstellbaren Förderstrom aus dem Konstantdruck-Bordnetz der Traktorhydraulik versorgt. Er greift über ein elektrohydraulisch geschaltetes Untersetzungsgetriebe in den Allradantrieb ein. Durch ein elektrisches Steuergerät kann die Fahrtrichtung (vorwärts/rückwärts) vorgewählt und mittels Drehknopf die Fahrgeschwindigkeit stufenlos eingestellt werden. Die Strategie des Anschlusses dieser Einrichtung an das Konstantdrucknetz ähnelt dem seinerzeitigen Vorgehen bei der Einführung des hydrostatischen Frontantriebs in den USA 1969 [16].

Das in [17] beschriebene „Duospeed-Getriebe“ der oberen Traktorenreihe von Fendt (komplettes hydrostatisches Fahrgetriebe zusätzlich parallel zum herkömmlichen ZF-Stufengetriebe) hat sich nach Aussage des Herstellers trotz des relativ hohen Aufwands bewährt und wird in kleinen Stückzahlen gefertigt. Demgegenüber hat die Zahnradfabrik Passau ihr weitgehend unter Last schaltbares Getriebe T 6500 [18] wegen zu geringer Nachfrage Ende 1989 aus der Produktion genommen.

Erstmalig wurden umfassende Grundlagen über die Wirkungsgrade von Traktorgetrieben vorgelegt [19]. Für ein in großen Stückzahlen angewendetes Konzept wurde festgestellt, daß die Wirkungsgradkennfelder für einzelne Getriebegänge den bekannten Verbrauchskennfeldern von Verbrennungsmotoren ähneln. Messungen und Berechnungen ergaben, daß bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten die sogenannten „lastabhängigen“ Verluste dominieren (insbesondere im Endantrieb), während bei schneller Fahrt die „Leerlaufverluste“ stark durchschlagen – vor allem letztere bieten noch Senkungspotential.

Für Traktoren kleiner und mittlerer Leistungen denkt man heute wieder verstärkt über die Anwendung stufenloser Umschlingungsgetriebe [20] für den Fahrtrieb nach. Hierzu hat der Münchener Forschungstraktor neue Anregungen gegeben [9]. In einer Übersichtsarbeit wurden frühere Prototyp-Getriebekonzepte mit Reimers-Kettenwandlern aufgearbeitet [21]. Interessante Forschungsergebnisse wurden auch zur Zuverlässigkeit von Zahnradgetrieben vorgelegt [22], in [23] auch zur Brauchbarkeit von Schadensakkumulationshypothesen für die Auslegung von Zahnradern (Zahnfuß Biegung). Die allgemeine Betriebsfestigkeitslehre erfuhr eine

wesentliche Bereicherung durch ein neues Handbuch [24]. Zur Anwendung von Strömungswandlern und -kupplungen wurden neuere Erfahrungen vorgetragen [25]. Der Trend zum zentralgeschmierten Getriebe wird auch durch eine bessere Kontrolle der Verschmutzung (durch Filter) unterstützt [26].

☐ Zusammenfassung

Bei etwa gleichgebliebenen Hubvolumina steigerte man die Motorleistungen und Drehmomentanstiege vor allem durch zunehmende Turbo-Aufladung. Erhöhte Einspritzdrücke ermöglichten weitere Senkungen des Kraftstoffverbrauches und der Abgasschadstoffe. Partikelfilter haben noch keine Bedeutung. Rapsöl-Methylester soll 1990 in Österreich als Kraftstoff für die Landwirtschaft eingeführt werden. Neue Getriebe mit unter Last schaltbaren Stufen wurden von Case-IH und Ford präsentiert. J. Deere brachte eine hydrostatische Kriechganglösung heraus. Die Erforschung der Getriebeverluste ergab Wirkungsgradkennfelder und Konstruktionsempfehlungen.

☐ Summary

Turbocharging is used to increase both, engine power and torque reserve with nearly no modifications in displacements. Higher injection pressures enable lower fuel consumption and less emitted pollutants. Particle filter are not yet introduced. Refined rape-oil fuel shall be offered in Austria in 1990 for agriculture. New transmissions with power shifted gears were presented by Case-IH and Ford. J. Deere came out with a hydrostatic creeper. Research in transmission losses resulted in efficiency maps and design recommendations.

2.3 Reifen – Reifen/Boden-Verhalten

Tires and tire-soil-system

H. Schwanghart, München

Allgemeines

Für die Erstausrüstung von Traktoren wurden in der Bundesrepublik 1989 etwa 226 000 Reifen (1988 = 203 000) hergestellt. Das sind 11% mehr als 1988. Für den Ersatzbedarf wurden im Jahr 1989 148 000 (1988 = 156 700) produziert. Die Radialreifenanteile stiegen insgesamt weiterhin leicht an. Sie liegen bei etwa 67% bei der Erstausrüstung und 50% beim Ersatzgeschäft.

In der Normung wurde die DIN 7793 für die „Reifen für Kraftfahrzeuge, Arbeitskraftmaschinen, Anhängfahrzeuge und MPT-Reifen radialer und diagonal Bauart“ erneuert [1]. Außerdem erschien mit der ISO 4251 neu die Norm „Tragfähigkeiten und Benennung für Reifen für Acker-schlepper und Landmaschinen“ [2].

Da man heute Reifen mit beliebigem Querschnittsverhältnis bauen kann, ist es möglich, Reifen bei gleichem Durchmesser und gleicher Breite für verschiedene Nennlasten herzustellen. Genormt sind Reifen mit Querschnittsverhältnissen von 55 bis 85% bei Felgendurchmessern von 6 bis 38 Zoll [3].

Hinsichtlich der Reifen werden folgende Paragraphen der StVZO berührt: § 30 – Beschaffenheit des Fahrzeugs (Nickschwingungen), § 32 – Abmessung von Fahrzeugen (3 m Breite bei Mäh-dreschern etc., aber auch bei Schleppern und Anhängern, wenn sich diese Breite allein durch Breitreifen mit Reifendruck kleiner 1,5 bar oder Zwillingsreifen ergibt), § 36 – Bereifung und Lauf-fläche (Achslast wird nach vorhandenen Reifen festgelegt) und § 36a – Radabdeckungen (bei Geschwindigkeiten größer 25 km/h Abdeckung von 2/3 der Reifenbreite gefordert) [4].

Neuentwicklungen

Bei Neuentwicklungen von Reifen sind folgen-de vier Anforderungen die wichtigsten: Zugkraft, Verschleiß, Bodendruck und Komfort [5]. Zugkraft und strukturelle Haltbarkeit von Ackerschlepper-Triebtradreifen haben heute eine zufriedenstel-lende Größenordnung erreicht. Verbesserungen werden im Verschleiß, in der Vergrößerung der Bodenaufstandsfläche und im Komfortverhalten

erwartet [6]. Je kleiner die Federsteifigkeit und je größer die Dämpfung, desto größer wird der Kom-fort. Hochfrequente Schwingungen werden durch Profilgestaltung, niederfrequente durch die Archi-tektur des Reifens beeinflusst. Der Entwicklungs-zeitraum eines Reifens liegt bei 18 bis 20 Monaten. Fast alle Reifenhersteller entwickeln Reifen mit sehr niedrigen Innendruck. Zum Beispiel kann jetzt bei einem neuen Michelin Standardreifen der Luftdruck für den Zugkraftbereich auf 0,6 bar und für die Oberflächenbearbeitung auf 0,5 bar bei entsprechender Last abgesenkt werden. Bei großvolumigen Reifen sind die erlaubten Luft-druckwerte um weitere 0,1 bar erniedrigt.

Forschungsschwerpunkte und praktische Erfahrungen

Über Einzelrad-Meßeinrichtungen zur Ermitt-lung von Triebkräften [7] und des Feder- und Dämpfungsverhaltens [8 bis 11] wird berichtet. Federsteifigkeit und Dämpfung steigen linear mit dem Innendruck [8], bei höheren Geschwindig-keiten (30 km/h) nimmt die Dämpfung um 60-70% ab [10]. Auch ein Gesamtfahrzeugtest bis 5t und 6 km/h wird in [9] beschrieben. Bei den neu entwickelten Profilbandlaufwerken wird bei glei-cher Aufstandsfläche und niedrigem (kleiner 0,5 bar) Bodendruck weniger Feldfläche „überrollt“ als mit einem Reifen. Sie sind für hohe Achslasten geeignet [12 bis 15]. Verschieden profilierte Gum-mibänder erzeugen bei 10% Schlupf mehr als doppelt so hohe Zugkräfte gegenüber Reifen [16; 17]. Mit einem Raupenrüsstsatz kann man aus jedem Schlepper einen Halbraupenschlepper (über Hinterrad und Zusatzrad) machen. Dabei wird der Bodendruck um 50% reduziert [18; 19]. Normale Gleitschutz-Stahlketten können beson-ders bei Eis und Schnee die Traktion um 50% verbessern [20].

Zur Berechnung der Zugkraft von Zwillings-reifen sollten diese nicht wie zwei einzelne Räder, sondern wie ein breites Einzelrad behandelt wer-den [21]. Die Zugkräfte sind 15 bis 20% größer als bei Einzelreifen [22].

Im Gegensatz zu den überbreiten, schwierig montierbaren Zwillingsreifen sind die Breitreifen

wie zum Beispiel der Twin (600/55-38) eine bequeme Alternative. Beim Pflügen klemmen sich derartige Reifen wie ein „Keilriemen“ zwischen den stehenden und den gepflügten Boden [23]. Neuartige Kunststoffreifen weisen gegenüber Gummireifen geringere Rollwiderstände und Einsinkungen sowie größere Traktion auf [24].

Im Bereich der Bodenverdichtung und des Bodendruckes erschien eine große Anzahl von Veröffentlichungen. Ein Berechnungsmodell erlaubt die Bodendichte unter Reifen in Abhängigkeit von den Reifendaten, Wassergehalt, Geschwindigkeit zu bestimmen. Einwirkzeiten sind vernachlässigbar [25]. Ein verminderter Reifenluftdruck bewirkt zwar in den oberen Schichten eine geringere Verdichtung, wirkt sich aber in 30 cm Tiefe nicht mehr aus [26].

Nach dreimaliger Überrollung ist keine zusätzliche Verdichtung mehr feststellbar [27]. Bei einer Geschwindigkeitserhöhung von 1 auf 8 km/h wurde in 20 cm Tiefe eine 6% geringere Verdichtung gemessen [28; 29].

Bei gleicher Last tritt im lockeren Boden nach dem Befahren eine größere Verdichtung auf als im ungelockerten Boden (Direktsaat) [30]. Über die Verdichtung von Sand wird berichtet [31; 32], ferner über Bodenverdichtungen von geschichteten Böden [33; 34].

Mit einer selbstentwickelten Schlauch-Drucksonde können auf einfache Weise die Drücke unter Reifen in unterschiedlicher Tiefe gemessen werden [35]. Unter einem Normal-, Breit- und Terrareifen betrug der Druck in 20 cm Tiefe 2,0, 1,5 und 0,9 bar, in 40 cm Tiefe etwa die Hälfte [36]. Drücke erhöhen sich erst bei einer Einwirkungs-dauer von Minuten [37]. Über weitere Druckmessungen wird berichtet [38].

Mit der FEM-Methode lassen sich Bodenverdichtung [39; 40] und Spannungen [41; 42] berechnen.

Die Alterung von Stahlgürtelreifen hängt stark vom Fabrikat ab [43]. Gemäß der Oberflächenrauigkeit, dem Kontaktflächendruck, dem Innendruck und der Reifenbreite wurden Abriebversuche gemacht und mit Rechenergebnissen verglichen [44; 45].

Ganz allgemeine Beziehungen über die Mechanik Rad-Boden wurden aufgezeigt [46 bis 49]. Die Federeigenschaften wurden mittels einer besseren Rechenmethode nach Voigt-Kelvin bestimmt [50]. Meßergebnisse enthalten [51; 52].

Schwingungsanregungen führen zu keinen Instabilitäten [53]. Die Einfederung bei maximaler Last kann aus den Katalogdaten berechnet werden und liegt bei 7 bis 9,5 cm (14.4R38) [54].

Die Triebkraft von Geländewagenreifen wurde in Abhängigkeit vom Reifenprofil auf Acker, Wiese und Bodenrinne gemessen [55; 56]. Günstige Profile bringen eine Triebkraftsteigerung von 15 bis 20%. Eine umfangreiche Triebkraft-Berechnungsmethode für Radialreifen wird in [57] dargestellt. Über Messungen von Spannungen am Reifen wird berichtet [58 bis 60].

Das querdynamische Verhalten von Schlep-pern wird bei Variation von Ballastierung, Luftdruck und Profiltiefe gemessen [61]. Mit Fahrgassen wird versucht, das Porenvolumen der nicht überfahrenen Fläche hoch zu halten [62 bis 65]. Bei Fahrgassenanbau von Zuckerrüben soll der Zuckeranteil der Rüben um 5 bis 7% höher sein [66].

□ Zusammenfassung

Im Jahr 1989 wurden für die Erstausrüstung von Traktoren 226 000 AS Treibradreifen hergestellt, für den Ersatzbedarf 148 000 Reifen. Der Radialreifen-Anteil ist 67% bei der Erstausrüstung und 50% beim Ersatzgeschäft.

DIN 7793 und ISO 4251 wurden neu gefaßt. Wegen unterschiedlicher Querschnittsverhältnisse ist es heute möglich, Reifen gleichen Durchmessers und gleicher Breite für verschiedene Nennlasten herzustellen. Reifenverbesserungen werden im Reifenverschleiß, in der Vergrößerung der Bodenkontaktfläche und im Komfortverhalten erwartet.

□ Summary

In the year 1989, 226 000 tires were manufactured as primary equipment of new, wheeled tractors (67% radial ply type) and 148 000 tires for replacement (50% radial ply type).

The standards DIN 7793 and ISO 4251 have been revised. By means of varying the tire section height-width relation tires of different rating loads but same diameter and width can be manufactured today. Objectives for new tire development are better wear rate, smaller ground pressure achieved by greater contact area and a better ride comfort.

2.4 Schlepperhydraulik

Tractor hydraulic

J. Möller, Braunschweig

Allgemeines

Die Ölhydraulik hat sich im Laufe der Jahre zu einem wesentlichen Bestandteil moderner Schlepperkonstruktionen entwickelt. Neben der Komforthydraulik stellt die Arbeitshydraulik mit dem Kraftheber vorn und hinten sowie den hydraulischen Steckdosen zur Versorgung von zusätzlichen Verbrauchern am Schlepper und an angehängten Landmaschinen den Hauptbestandteil der Schlepperhydraulik dar. Die Fahrhydraulik in Form eines hydrostatischen Getriebes hat sich bisher nicht durchsetzen können und wird zur Zeit nur von einem Hersteller als Sonderausrüstung angeboten [1; 2].

Die Entwicklungsarbeiten der letzten Jahre konzentrierten sich im wesentlichen darauf, die Schlepperhydraulik sowohl aus funktioneller, als auch energetischer Sicht weiter zu optimieren. Eine Steigerung des Anteils der hydraulischen Leistung an der Motorleistung hat seit Anfang der achtziger Jahre nicht mehr stattgefunden (Bild 1).

Die hydraulischen Kenndaten wie der maximale Betriebsdruck, der Volumenstrom der Pumpen, sowie das für externe Verbraucher zur Verfügung stehende Ölvolumen haben im statistischen Mittel konstante Werte in den einzelnen Leistungsklassen erreicht [3; 4]. Die Unterschiede zwischen einigen Schleppern sind zum Teil aber noch so erheblich, daß nicht alle hydraulischen Verbraucher in angehängten Landmaschinen sicher versorgt werden können [5].

Arbeitshydraulik

Die Konstantstrom-Anlage (Open-Center-System) ist nach wie vor die am weitesten verbreitete Hydraulikanlage im Ackerschlepper. Der systembedingte, relativ schlechte Wirkungsgrad eines solchen Systems ist durch zusätzliche Schaltungen ständig verbessert worden [6; 7]. Die Konstantdruck-Anlage wird weiterhin nur von einem Hersteller angeboten.

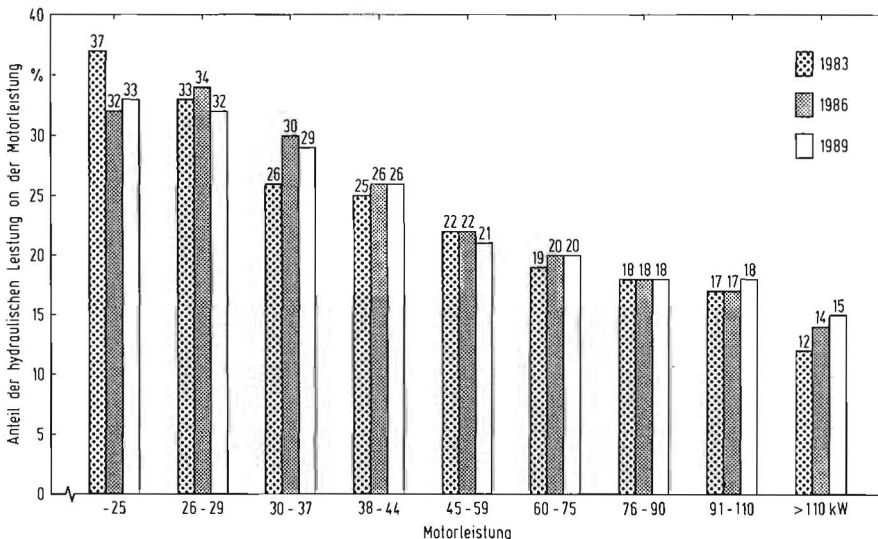


Bild 1: Mittelwerte der auf die Motorleistung bezogenen installierten hydraulischen Leistung in Abhängigkeit von der Motorleistung (Mittelwerte nach Zulassungszahlen gewichtet)

Fig. 1: Averages of the installed hydraulic performance referred on the engine performance (Averages are weighted on the numbers of registration)

Erstmalig wurde zur Agritechnica '89 eine Schlepperreihe der Leistungsklasse 114 bis 188 kW mit einem Einpumpen-Load-Sensing-System (Zentralhydraulik) vorgestellt [8]. Im Frühjahr dieses Jahres stellte der gleiche Hersteller eine weitere Schlepperreihe der Leistungsklasse 66 kW bis 81 kW mit einem solchen System vor. Beide Schlepper sind ursprünglich für den amerikanischen Markt entwickelt worden. Die Zulassung eines solchen Systems, bei der sowohl die Lenkung als auch die Arbeitshydraulik durch eine Verstellpumpe versorgt werden, ist jetzt also möglich, da die Zulassungsvoraussetzungen des TÜV erreicht werden. Eine weitere technische Voraussetzung für die Einführung eines solchen Hydrauliksystems ist die Möglichkeit, die Axialkolbenpumpe am Getriebe anflanschen zu können. Es ist daher davon auszugehen, daß andere Hersteller ihre Schlepper erst dann mit Load-Sensing-Anlagen ausrüsten, wenn die entsprechenden Schlepper mit neuen Getrieben ausgerüstet werden, die eine solche Anbaumöglichkeit haben. In der Regel also dann, wenn ein grundlegend neues Modell in Serie geht.

Für den Bereich der Wegeventile gibt es bereits namhafte Hersteller, die kostengünstige elektrisch ansteuerbare Proportionalventile für solche Load-Sensing-Anlagen anbieten. So ist eine freizügige Anordnung der Bedienelemente in und der Ventile außerhalb der Kabine möglich, wodurch sich die Ergonomie verbessern und die Geräuschbelastung verringern läßt. Weiterhin ist eine einfache Begrenzung und Vorwahl des Volumenstromes sowie eine Volumenstromregelung möglich [9].

Bild 2 zeigt ein solches LS-Wegeventil in Sandwicheausführung sowie den Geber mit integrierter Ansteuerelektronik für zwei Ventile. Der Handhebel ist federzentriert, und seine Lage wird mittels zweier Potentiometer gemessen. Über den Elektronikverstärker wird ein zur Auslenkung des Handhebels proportionaler Magnetstrom zur Stelleinheit, die sich rechts am Ventil befindet, geführt. Die Stelleinheit besteht im wesentlichen aus einem doppelwirkenden Stellkolben, der mit dem Hauptschieber mechanisch verbunden ist, sowie zwei 3/2 Proportionalventilen und einer mechanischen Lagerregelung.

Bild 3 zeigt einen vereinfachten Hydraulikschaltplan mit dem in Bild 2 dargestellten Ventil. Es handelt sich um ein Konstantstrom-LS-System [10] mit einem einfachen und einem doppelt wirkenden LS-Wegeventil 4 und 5. Die Steuerölversorgung für die Ventilstelleinheiten 6 und 7 erfolgt in-



Bild 2: Wegeventil SB 12 LS mit elektrohydraulischer Stelleinheit EHS (Werkbild Bosch)

Fig. 2: Hydraulic valve SB 12 LS with electrohydraulic regulating unit EHS (Works photo Bosch)

tern aus dem Hauptölkreislauf. Die Druckwaage 1 wird durch das LS-Signal so gesteuert, daß der vom Verbraucher nicht benötigte Ölstrom zum Tank geleitet wird. Das Zu- und Abschalten des Steuerdruckes (15 bis 20 bar) erfolgt über das 3/2-Wegeventil 3, das vom Sollwertgeber über

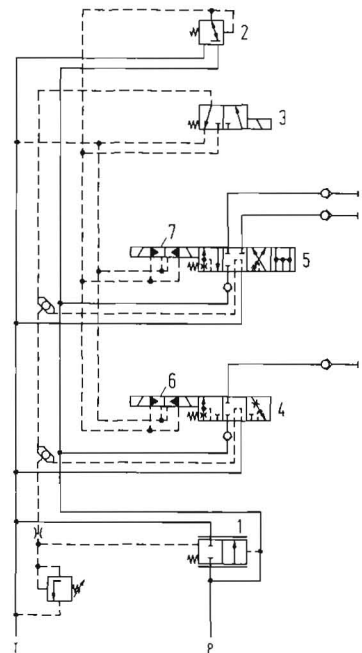


Bild 3: Vereinfachter Schaltplan eines Konstantpumpen-Load-Sensing-Systems mit elektrohydraulischen Wegeventilen (nach Bosch)

Fig. 3: Simplified hydraulic circuit of a Constant Flow Load-Sensing System

die Ansteuerelektronik geschaltet wird. Eine Überschreitung des Arbeitsdruckes wird durch das Druckminderventil 2 verhindert.

Elektrohydraulische Hubwerksregelung EHR

Die seit etwa zehn Jahren auf dem Markt befindliche elektro-hydraulische Hubwerksregelung EHR hat sich neben der servo-hydraulischen SHR [11] mehr und mehr durchsetzen können. Zusätzlich zur Lage- und Zugkraftregelung ist die EHR um die Funktionen Schlupf- und Druckregelung sowie die Regelung von hydraulischen Funktionen auf angehängten Landmaschinen erweiterbar [1].

Die in Bild 4 schematisierte dargestellte Hydraulikanlage eines Schleppers mit gefederter Vorder- und Hinterachse verfügt über eine modifizierte EHR. Bei dieser Maschine sind die Unterlenker des Heckkrafthebers an der Hinterachse, die Hubwelle jedoch am Schlepperrahmen befestigt. Die herkömmliche EHR-Lageregelung regelt daher keine Störungen (zum Beispiel Änderung der Lage eines Spritzgestänges zum Erdboden) aus, die durch den unterschiedlichen Belastungszustand der Ladepritsche entstehen. Um eine von der Belastung der Ladepritsche unabhängige, konstante Lage des Dreipunktgestänges zu erreichen, wird der Abstand zwischen Achse und Rahmen

mittels des am Schlepper vorhandenen Bremskraftreglers gemessen. Dieses Signal wird dem elektronischen Regler anstatt des sonst durch die Kraftmeßbolzen erzeugten Signals zugeführt. Eine Zugkraftregelung ist daher nicht mehr möglich.

Bild 5 zeigt den vereinfachten Hydraulik-Schaltplan des in Bild 4 dargestellten Schleppers. Die Pumpe 1 speist die doppelwirkenden Wegeventile 2 bis 5 sowie das vereinfacht dargestellte EHR-Ventil 6. Durch die zwei gekoppelten 4/2-Wegeventile 7 und 8 kann das EHR-Ventil wahlweise für den Front- oder den Heckkraftheber verwendet werden. Der dann jeweils nicht regelbare Kraftheber kann gleichzeitig durch das Ventil 2 betätigt werden. Mittels des Signales des Drucksensors 9 kann das EHR-Ventil auch zur Zylinderdruckregelung verwendet werden.

Während die elektrohydraulischen Hubwerksregelungen bisher mit Analogelektronik arbeiteten, haben zwei Hersteller jetzt eine Digital-elektronik eingeführt. Die Vorteile der digitalen Arbeitsweise mit Mikroprozessor liegen in der kompakten Bauweise sowie den flexiblen Erweiterungsmöglichkeiten. Es können daher auch zukünftige Anforderungen ohne Änderungen an der Hardware erfüllt werden. Zur Zeit werden folgende Zusatzfunktionen mit der neuen EHR-Generation ermöglicht:

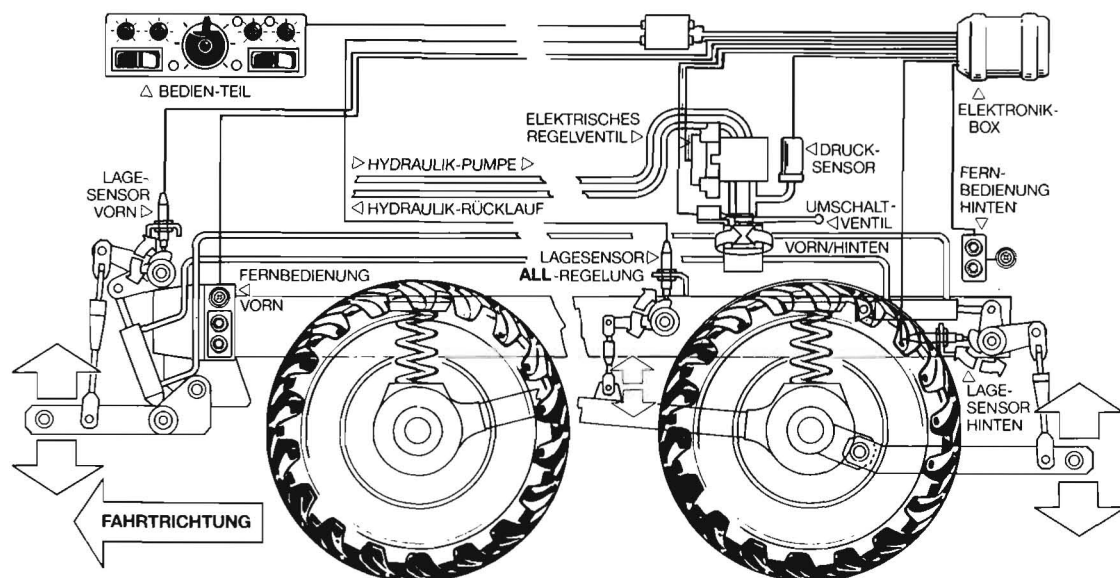
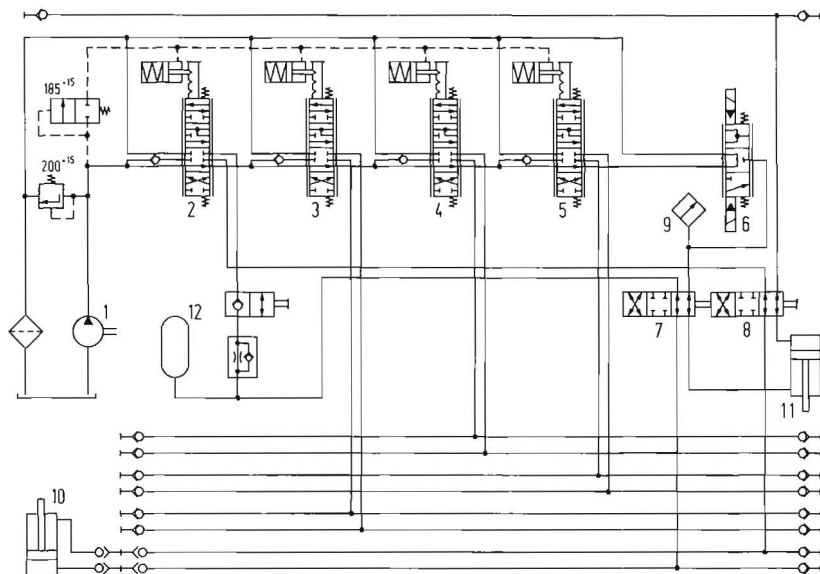


Bild 4: Schematisierte Hydraulikanlage eines Unimog-Ackerschleppers (Werkbild Daimler Benz)

Fig. 4: Schematic hydraulic circuit of an Unimog-tractor (Works photo Daimler Benz)

Bild 5: Vereinfachter Hydraulikschaltplan einer Konstantstromanlage („Unimog U 1200“)

Fig. 5: Simplified hydraulic circuit of a Constant Flow System („Unimog U 1200“)



- selbständige Fehlerdiagnose
- automatische Regelempfindlichkeitsanpassung und
- Schwingungstilgung

Bild 6 zeigt einen Schlepper mit digitaler EHR und der Funktion Schwingungstilgung. Durch die Schwingungstilgung, die automatisch ab einer Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h zugeschaltet wird, werden die Nickbewegungen des Schleppers durch entsprechend entgegenwirkende Hubbewegungen des Krafthebers kompensiert [12]. Die dadurch erreichte Verringerung der dynamischen Vorderachsentrastung des Schleppers erhöht die Lenksicherheit, so daß auch mit schwerem Anbaugerät höhere Fahrgeschwindig-

keiten möglich sind [13]. Ein Maß für die Nickbewegung ist die Differenz zwischen dem statischen und dynamischen Anteil der Kräfte in den Kraftmeßbolzen. Die Hubamplitude ist während der Schwingungstilgung auf $\pm 3\%$ der maximalen Hubhöhe begrenzt [14].

□ Zusammenfassung

Auf dem europäischen Markt sind jetzt erstmals Schlepper mit einem Einpumpen-Load-Sensing System erhältlich. Es ist abzusehen, das auch andere Hersteller die Schlepper der höheren Leistungsklasse mit solchen Hydrauliksystemen ausrüsten. Bei der elektro-hydraulischen Hubwerksregelung wird weiter versucht, das EHR-Ventil möglichst vielseitig zu verwenden. In Verbindung mit der neu eingeführten digitalen Elektronik ergeben sich neue Möglichkeiten der Systemoptimierung.

□ Summary

On the european market now there are for the first time tractors obtainable which have a Load-Sensing System. It is forseeable that also other manufacturers will equip their tractors of the higher performance class with such an hydraulic system. Some manufacturers are making the attempt to employ the electrohydraulic valve (EHR-valve) for the three-point-hitch very versatile. Together with the new digital electronic there are new possibilities to optimize the system.



Bild 6: Moderner 136-kW-Schlepper „Favorit 615 LSA“ (Werkbild Fendt)

Fig. 6: Modern 136 kW tractor „Fendt 615 LSA“ (Works photo Fendt)

2.5 Fahrdynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz

Tractor dynamics – Tractor safety – Operator's workplace

H. Göhlich, Berlin

Fahrdynamik

In enger Verbindung mit der Entwicklung schneller laufender Traktoren stehen die intensiven Forschungsarbeiten zum Thema Fahrverhalten, die derzeit sowohl von der Industrie als auch von wissenschaftlichen Einrichtungen durch geführt werden [1 bis 10]. Dabei wird zum einen die Verbesserung des Schwingungsschutzes und der Lärminderung aus ergonomischer Sicht angestrebt – KHD erreicht Lärmpegel in der Kabine von unter 75 dB(A) –, zum anderen werden aber auch zusätzliche Maßnahmen für eine ausreichende Fahrsicherheit bei höheren Geschwindigkeiten untersucht. Letztlich deutet vieles darauf hin, daß Traktoren von morgen nicht mehr ungefedert sein werden. Bereits heute werden schwingungsreduzierende Systeme am Markt eingeführt. So stellte Fendt ein Schwingungstilgungssystem vor, bei dem die angebauten Gerätemassen zur Schwingungstilgung herangezogen werden. Über wissenschaftliche Vorarbeiten hat Bergmann [11] berichtet. Das System ist als Zusatzausrüstung zu der elektrohydraulischen Hubwerksregelung von Bosch konzipiert. Bei der Entwicklung wurde davon ausgegangen, daß gerade Straßenfahrten mit schwerem Heckgerät besonders kritische Fahrsituationen hervorrufen, weil durch die niedrige statische Vorderachslast und durch Nickschwingungen leicht Bodenkontaktverluste auftreten.

Bei angekoppeltem Heckgerät treten durch die Nickbeschleunigungen des Fahrzeugs Kräfte in den Unterlenkern auf, die die Schwingungstilgung mit den serienmäßig eingebauten Kraftmeßbolzen erfaßt. Diese Kraftmeßbolzensignale werden ausgenutzt, um durch ein Heben oder Senken des Heckgerätes mit der Hubwerkshydraulik Kräfte zu erzeugen, die gegen die momentane Nickbewegung des Traktors gerichtet sind.

Auch auf dem Gebiet der Aufbaufederung sind Neuerungen zu verzeichnen. Schlüter liefert beispielsweise ihre neuen Trac-Fahrzeuge auf Wunsch sowohl mit Kabinen- als auch mit einer Vorderachsfederung aus. Diese Tracs zeichnen sich durch zwei weitere Maßnahmen aus, die ein entscheidender Beitrag zur Erhöhung der Fahrsicherheit sind, nämlich durch einen vergrößerten

Radabstand und durch ein verschiebbares Ballastgewicht [12]. Der Radstand konnte ohne Einbußen in der Lenkfähigkeit der Fahrzeuge realisiert werden. Die auf Rollen gelagerte Zusatzmasse ist durch Hydraulikzylinder handhabbar. Durch Verschieben des Gewichtes kann auch beim Transport sehr schwerer Heckanbaugeräte die aus Sicherheitsgründen erforderliche Mindestvorderachslast aufrecht erhalten werden (Bild 1).

Ein neues Ackerschlepperkonzept wurde von Kiwitz [13] auf der Tagung „Landtechnik 1989“ in Köln erläutert. Es handelt sich dabei um eine grundlegende Überarbeitung des Trac-Konzeptes: Der Fahrzeugrahmen besteht aus dem vorderen und dem hinteren Rahmen. Diese Teilrahmen sind in der Mitte gelenkig verbunden. Zur Kraftübertragung zwischen Vorder- und Hinterwagen wird ein Gestänge eingesetzt, das passiv oder aktiv federnde Elemente enthält. Die Kabine wird oberhalb des Drehpunktes auf einer Scherenführung gelagert, so daß sie beim Einfedern des Fahrzeugs eine lineare Bewegung beschreibt, was grundsätzlich einen Vorteil gegenüber einer Kabinenfederung mit drehbar aufgehängtem Fahrerhaus darstellt.

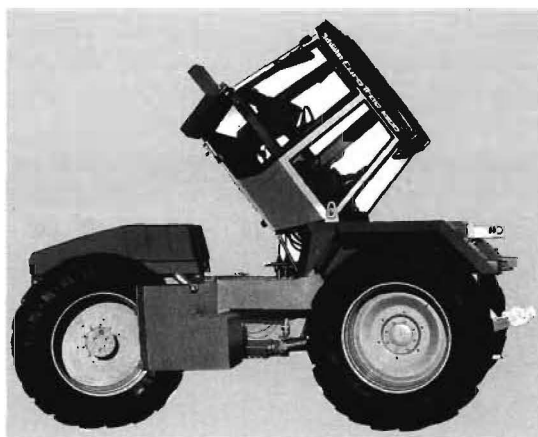


Bild 1: Der neue Schlüter-Trac mit verschiebbarem Ballastgewicht

Fig. 1: The new Schlüter-Trac with moveable front ballast

Der Einführung von Achsfederungen für Traktoren stand bis vor kurzem das Argument entgegen, daß die Hubwerksregelungen nicht in der Lage sind, in geeigneter Weise auf die Einfederung einer Achse zu reagieren. Daher wurde häufig eine Möglichkeit zur Starrsetzung der Federung gefordert. Eine Lösung dieses Problems stellt die Niveausteuerung für eine gefederte Vorderachse am MB-Trac dar. Bei diesem System sind zwei Hydraulikzylinder parallel zu den Schraubenfedern der Achse angeordnet. Dadurch ist die Federung in jeder Höhe blockierbar. Eine Pendelbewegung der Achse wird durch einen Ölaustausch zwischen den Zylindern möglich.

Als Alternative zur starr schaltbaren, gefederten Achse wurde von Mercedes-Benz [14] eine elektrohydraulische Hubwerksregelung für den vorder- und hinterachsgefederten Unimog-Schlepper eingeführt. Bei diesem System gleicht ein zusätzlicher Lageregler den Federweg der Hinterachse aus. Das Konzept dieser Hubwerksregelung ersetzt die Zugkraftmessung in den Unterlenkern durch eine Druckmessung in den Hydraulikzylindern.

Mit der Einführung von Federungen bei Traktoren wird eine genauere Kenntnis über das schwingungstechnische Fahrzeugverhalten notwendig. In diesem Zusammenhang sind weitere Forschungsaktivitäten in der Simulationstechnik zu verzeichnen [7] (Bild 2). Das zentrale Problem bei Fahrdynamiksimulationen ist die Reifenmodellierung [3; 15]. Um hier Verbesserungen zu erreichen, werden Speichenmodelle vorgeschlagen [16]. Betzler und Wermann weisen ferner darauf hin, daß auch bei einer Untersuchung lediglich der Vertikaldynamik das Reifenhorizontalverhalten hinreichend genau in der Simulation beschrieben werden muß.

Trotz der zunehmenden Verbreitung von Aufbaufederungen ist der Ackerschlepperreifen nach wie vor die wichtigste Komponente zur Reduzierung von Schwingungsanregungen des Fahrzeugs. Daher stand auch bei neuesten Reifenentwicklungen (zum Beispiel von Michelin) die Problematik der Fahrzeugschwingungen im Vordergrund [10]. Die wichtigsten fahrdynamischen Reifenkenngrößen sind Dämpfung und Federsteifigkeit. Dabei ist eine hohe Dämpfung die beste Voraussetzung für ein günstiges Fahrverhalten. Hierzu wurden Reifen mit niedrigerem Querschnitt und verbesserter Seitenwanddämpfung entwickelt. Damit wird auch eine erhöhte Seitenstabilität erreicht, was letztlich für den Fahrer

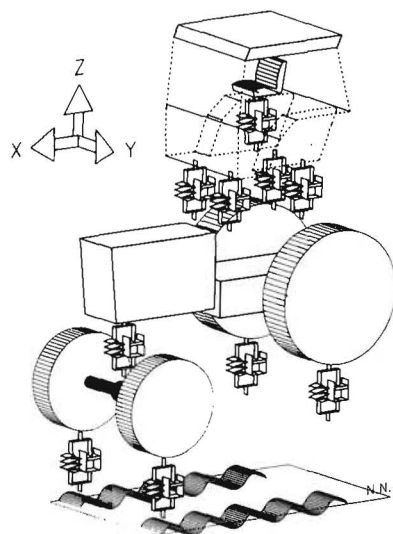


Bild 2: Modell zur Schwingungssimulation von Traktoren

Fig. 2: Vibration simulation model of a tractor

eine Komfortsteigerung und eine optimierte Fahr-sicherheit bedeutet.

Fahrerplatz

Die Mikroelektronik am Fahrerplatz hat gegen Ende der achtziger Jahre eine breite Akzeptanz gefunden. So beurteilt die Mehrheit der Landwirte Bordcomputer und Management-Systeme auf PC-Basis als ein optimales Hilfsmittel zur ökonomischen und auch ökologischen Produktionssteuerung ihrer Betriebe. Diese Einschätzung wurde besonders bei einer Podiumsdiskussion mit dem Thema „Bordcomputer an Schlepper und Gerät“ anlässlich der Agritechnica '89 deutlich.

Die Traktorenhersteller reagierten auf diesen Trend mit einer neuen Generation von Informationscentern und Bordcomputern. Die Bemühungen bei der Entwicklung dieser Fahrerinformationssysteme zielen besonders darauf ab, mehr Information übersichtlicher und nur bei augenblicklichem Bedarf des Fahrers bereitzustellen. Beispiele hierfür sind unter anderem das neue Agrostar-Info-Center von KHD, die Datatronic von MF, das IntelliTrac-Kontrollsystem von John Deere. Interessant zu beobachten ist, daß analoge Anzeigeinstrumente weiterhin wichtiger Bestandteil dieser Systeme sind.

John Deere und Case haben erstmals bei Großtraktoren die Anzeige von Diagnosecodes in der Fahrerkabine installiert. Die Nutzung dieser

Diagnoseeinrichtungen ist jedoch mehr auf das Service-Personal abgestimmt. Anhand der Codierungen können Bedienungsfehler und bestimmte Funktionsstörungen ermittelt werden.

An dem Informationskonzept der neunziger Jahre, das den Datenaustausch zwischen Schlepper, Arbeitsgerät und Schlagkartei vereinheitlicht und somit ein Höchstmaß an Kompatibilität garantiert, wird zur Zeit intensiv im Normenausschuß (NLA) der LAV gearbeitet [17]. Kernstück dieses Konzeptes ist ein Bussystem (LBS) für Traktor und Gerät, das auch die Anbindung an den Betriebscomputer berücksichtigt. Durch eine zentrale Bedien- und Anzeigeeinheit in der Schlepperkabine wird der Fahrer aktiv in den Informationsaustausch einbezogen. Somit werden die Voraussetzungen für eine optimale Bedienerführung geschaffen. Eine erste in die Praxis umgesetzte Lösung dieses Konzeptes wurde von einigen Industriefirmen anlässlich der Agritechnica '89 vorgestellt.

Die Einführung des Bussystems für Traktor und Gerät bietet gute Voraussetzungen für Diagnoseaufgaben am Gesamtfahrzeug und ermöglicht eine hohe Prüftiefe. Wie die Diagnose in ein umfassendes Konzept der Kommunikation im System Schlepper-Gerät integriert werden kann, wurde von Gottschalk erläutert [18].

□ Zusammenfassung

Verbesserungen des Fahrverhaltens zur Erhöhung des Fahrkomforts und der Fahrsicherheit sind durch weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu verzeichnen. Das ist besonders durch Achsfederungen, Schwingungstilgung, Kabinengeräuschkinderung und Reifenentwicklungen gekennzeichnet.

Die Mikroelektronik wird immer mehr zu einem Standardbauteil des Traktors. Informationscenter oder Bordcomputer sind bei allen größeren neuen Traktortypen zu finden. Es werden auch große Anstrengungen im Bereich der Normung mikroelektronischer Bauelemente unternommen.

□ Summary

Further research and development for improvements in tractor dynamics and safety is observable. Special developments of axle suspension, tractor vibration absorption, noise reduction in cabs and tyre developments are main subjects of effort.

The microelectronic becomes more and more a standard element of a tractor. Bordcomputers are available for all new larger size tractors. Progress has been done in standardization work of bordcomputers and bus coupling.

3. Transport- und Fördermittel

Transportation and conveyance

K. Martensen, Braunschweig

Allgemeines

Die überwiegende Anzahl an Neuerungen und Veröffentlichungen bezogen sich in der Gruppe der Transport- und Fördermittel im vergangenen Jahr auf die landwirtschaftlichen Anhänger, während sich auf dem Gebiet der mechanischen und pneumatischen Förderanlagen weniger tat. Als neue Gerätegruppe gewinnen hingegen die Stapler zunehmend an Bedeutung [1; 2]. Diese Maschinen sind sowohl in der Normal- als auch in der geländegängigen Ausführung sehr vielseitig für innerbetriebliche Transportaufgaben einzusetzen.

Es sei schließlich auf den wachsenden Einsatz von LKWs als landwirtschaftliche Zugmaschinen hingewiesen [3]. Diese meist für den überbetrieblichen Einsatz gedachten Züge werden für den Transport von Düngermitteln, Körner- und Hackfrüchten über weitere Entfernungen verwendet.

Landwirtschaftliche Anhänger

Bei den landwirtschaftlichen Anhängern geht die seit einigen Jahren zu beobachtende Entwicklung zu 40-km/h-Schnellläufern ebenso weiter wie die Bemühungen um mehr Sicherheit und Komfort. Zu diesem Zwecke sind bei der StVZO [4; 5] einige Änderungen in Kraft getreten beziehungsweise geplant, die das Bremssystem betreffen. 40-km/h-Anhänger müssen seit Juni 1989 mit einer Zweileitungs-Druckluftbremsanlage ausgerüstet werden [6; 7]. Ebenfalls im Juni 1989 wurde die TA 30 für Auflaufbremsanlagen geändert [8]. Sie soll ab 1. 9. 1990 gelten und schreibt für alle auflaufgebremsten Anhänger eine Rückfahrautomatik vor. Die Bedeutung dieser Anhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht von bis zu 8 t geht jedoch weiter zurück, wohingegen der Absatz von druckluftgebremsten Anhängern mit bis

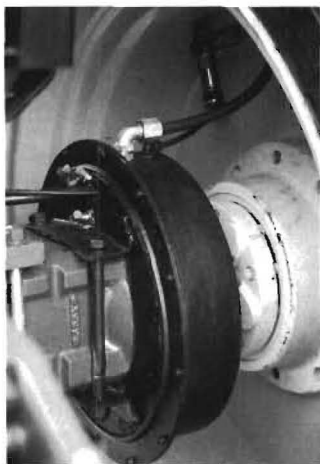
zu 16 t zulässigem Gesamtgewicht ansteigt. Einige Hersteller bieten auflaufgebremste 8-t-Anhänger an, die schon für einen Umbau zum druckluftgebremsten 10-t-Anhänger vorbereitet sind.

Ein weiterer sicherheitsrelevanter Gesichtspunkt ist die Standsicherheit von landwirtschaftlichen Kippern während des Kippvorganges. Neben den bekannten Lösungen zur Erhöhung der Standsicherheit, wie Zweizylinder-Hubwerke, Rückkippstabilisatoren und Stützfüßen, ist 1989 ein neuer Fahrgestellstabilisator der Firma Hoffmann vorgestellt worden (Bild 1). Durch ein Torsionsrohr im hinteren Teil des Fahrgestells, welches auf einer Seite fest und auf einer Seite schalt-



Bild 1: Kipper mit Drehstabilisator im Test (Werkbild Hoffmann)

Fig. 1: Tipper with torsion-stabilizer in test (Works photo Hoffmann)



*Bild 2: Agropneu Druckluftübertragungseinheit
(Werkbild Müller & Tigges)*

*Fig. 2: Agropneu transmission unit for compressed air
(Works photo Müller & Tigges)*

bar mit dem Rahmen verbunden ist, wird erreicht, daß das Fahrgestell während der Fahrt verwindungsweich, beim Kippen jedoch durch die geschlossene Schaltkupplung verwindungssteif und somit standsicherer ist [9; 10; 11]. Die Kuppelung wird von dem Drucköl für die Kippzylinder automatisch vor und nach dem Kippvorgang betätigt.

Durch die inzwischen sehr hohen Gesamtgewichte der landwirtschaftlichen Transportanhänger einschließlich Güllefüßern und Düngestreuern kommt der Beachtung der Bodenschonung wachsende Bedeutung zu [12]. Neben den großvolumigen Breitreifen werden aus diesem Grunde auch schon Profilbandlaufwerke [13] für Anhänger angeboten. Eine weitere Maßnahme zur Bodenschonung ist die Einhaltung des optimalen Reifenluftdruckes. Auf dem Acker sorgt ein niedriger Reifeninnendruck für weniger Bodenverdichtung und mehr Zugkraft. Auf der Straße muß dieser Reifeninnendruck, gerade bei Schnellläufern, jedoch wegen der Fahrsicherheit

und des Rollwiderstandes höher sein. Eine Anlage, die diese Reifenluftdruckänderung an Schlepper und Anhänger während der Fahrt ermöglicht, wurde von der Firma Müller & Tigges unter dem Namen „Agropneu“ vorgestellt [14; 15; 16]. Bei diesem System kann der Reifendruck vom Schlepper aus vorgewählt und dann über Drehübertrager (Bild 2) an jedem Rad ausgeglichen werden. Diese Anlage arbeitet mit je einer Füll- und Steuerleitung, so daß sämtliche Bauteile nur bei Ausgleichsvorgängen unter Druck stehen. Eine einfachere Ausführung einer Reifendruckregelanlage wird in [17] vorgestellt.

Auch bei der Konstruktion von Gülletankwagen wird vermehrt an die Bodenschonung gedacht. Eisele ermöglicht durch eine besondere Tankform den Einsatz von Niederdruckreifen [18], Dammann konstruierte ein Güllefaß als Auflieger für Trac-Schlepper, wodurch eine bessere Gewichtsverteilung zwischen Schlepper und Anhänger erreicht wird [19].

□ Zusammenfassung

Die Anhänger nehmen zu Recht eine Vorrangstellung in der landwirtschaftlichen Transport- und Fördertechnik ein. 50 Prozent aller Schlepperzugkraftstunden entfallen schließlich auf Transportarbeiten. Auch in Zukunft werden Anregungen und Wünsche aus der Praxis [20] mit in die Entwicklung dieser Fahrzeuge einfließen, welche weiter in Richtung der Steigerung von Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Komfort gehen wird.

□ Summary

Trailers are quite right to take a great part of agricultural transport and conveyance.

About 50 percent of tractor tractive power hours are used for transportations. In future ideas and requests out of practice [20] will carry on to have an influence on the development of these vehicles. This development will walk in the direction of increasing of capacity, security and comfort.

4. Bodenbearbeitung Tillage

H. Eichhorn und W. Gruber, Gießen, und M. Estler, München

Die klassische Aufgabe der Bodenbearbeitung hat sich bis heute nicht verändert und läßt sich wie folgt zusammenfassen: Schaffung von optimalen Voraussetzungen für die Aussaat und das Wachstum von Kulturpflanzen.

Grundsätzlich ist die Art der Bodenbearbeitung im herkömmlichen Sinne in Primär- und Sekundärbearbeitung zu unterteilen. Bei erstgenannter Bearbeitungsform wird der Boden über dem gesamten Bereich der Ackerkrume gelockert, gewendet und durchmischt; die darauffolgende weitere Bearbeitung dient der Schaffung einer saattfertigen Ackeroberfläche. Die Grundbodenbearbeitung ist in der Bundesrepublik meist noch auf den Pflug abgestellt. Aus ökonomischen und ökologischen Gründen besteht jedoch ein zunehmendes Interesse an Geräten, die den Boden weniger intensiv bearbeiten. Die Literatursauswertung macht deutlich, daß sowohl landtechnische Kennwerte der Arbeitserledigung als auch in zunehmendem Maße physikalische, chemische und biologische Eigenschaften des Bodens und dessen Veränderungen den Einsatz des Pfluges in der bisherigen Form in Frage stellen. Bei einem reduzierten Werkzeugeingriff in den Ackerboden ist eine Aufteilung in Primär- und Sekundärbodenbearbeitung nicht mehr eindeutig zu unterscheiden, da generell die gesamte Arbeitserledigung in einem Arbeitsgang angestrebt wird.

Diese Überlegungen werden langfristig dazu führen, vermehrt zapfwellenangetriebene Bodenbearbeitungswerkzeuge zu bevorzugen, die das Lockern (Wenden), Einmischen und Zerkleinern mit einer Maschine gleichzeitig als Grundbodenbearbeitung, Saattbettbereitung und Aussaat erledigen können.

Auf die steigende Nachfrage nach neuen Bearbeitungsverfahren haben sich die Maschinenhersteller eingestellt. Vor allem die größeren Firmen haben sowohl alle wesentlichen Primär- und

Sekundärbearbeitungsgeräte als auch Lösungen mit kompakten Arbeitseinheiten in ihr Verkaufsprogramm aufgenommen. Dabei wird unter anderem versucht, die zunächst für die Saattbettbereitung entwickelten Zapfwellenmaschinen mit Grubbern in eine Maschineneinheit zusammenzubauen, um reduzierte Bearbeitungsverfahren zu ermöglichen. Auffällig ist, daß hierfür zunehmend Flügelscharkurzgrubber verwendet werden.

Grundbodenbearbeitung

Den neueren Auffassungen über eine modifizierte Bodenbearbeitung versuchen sich auch die Pflugerhersteller anzupassen. Bisher bestanden beim Pflugeinsatz oftmals Probleme, unter stark wechselnden Einsatzbedingungen (etwa unterschiedliche Bodenverhältnisse, Ebene/Hanglage) eine gleichmäßig hohe Auslastung der Schleppermotorleistung als Voraussetzung für das Erreichen einer hohen Schlagkraft sicherzustellen.

Moderne Pflüge mit stufenlos verstellbarer Schnittbreite (Bild 1) bieten die Möglichkeit, diese Nachteile zu vermeiden und darüber hinaus den Bearbeitungseffekt, die Furchenbreite und das Tiefen-Breiten-Verhältnis exakt auf die vorliegenden betriebsspezifischen Anforderungen abzustimmen [1 bis 3]. Ein Nachweis über den betriebswirtschaftlichen Nutzen im Vergleich zum erforderlichen Investitionsaufwand ist noch nicht eindeutig zu erbringen [2; 3].

Als Entwicklungsschwerpunkt kann also bei den Pflügen die variable Arbeitsbreitenverstellung und die Verbesserung der Werkzeugmaterialien festgestellt werden. Die Arbeitsbreitenverstellung gewährleistet dem Anwender, auf unterschiedliche Bodenarten und Bodenverhältnisse

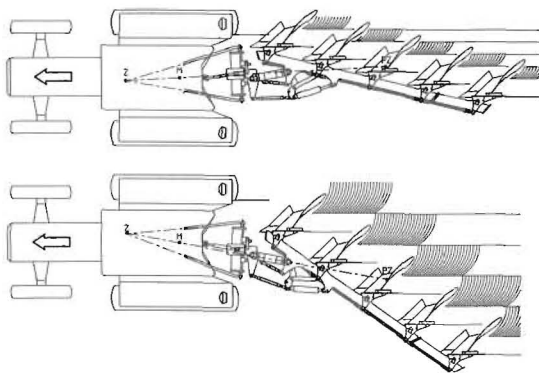


Bild 1: Schwenkbereich eines Verstellpfluges

Fig. 1: Range of width adjustment for a half-turn plough

bei optimaler Traktorauslastung zu reagieren, wobei durch die Arbeitsbreitenänderung in gewissen Grenzen die Qualität des Pflügens nicht eingeschränkt wird [1 bis 3]. Der flächenspezifische Energieverbrauch wird durch die flexibel gestaltete Arbeitsbreite reduziert, wie wissenschaftliche Untersuchungen belegen [1; 3]. Das abnehmende Massen/Leistungsverhältnis bei den Traktoren führt zu größeren Arbeitsgeschwindigkeiten und damit zu größeren Materialansprüchen bei den Bodenbearbeitungswerkzeugen. Eine Erhöhung der Standzeiten durch Beschichten der Bearbeitungswerkzeuge mit Metalllegierungen ist möglich und ökonomisch sinnvoll [4; 5]. Rechtfertigen läßt sich die Vergütung der Materialien sowohl für gezogene als auch für zapfwellengetriebene Werkzeuge.

Eine Verringerung der Reibungskräfte (Friktion) bei der Wechselbeziehung Werkzeug – Boden konnte in Untersuchungen an emailbeschichteten Pflugkörpern belegt werden. Die Emailierung führte zu einer signifikanten Zugkraftabnahme [6]. Mehrere Forschungsarbeiten haben sich mit dem Kraft- und Leistungsbedarf von Bearbeitungswerkzeugen der reduzierten Verfahren befaßt. Ziel der Arbeiten ist es, für die Konstruktion und Weiterentwicklung Hilfestellungen zu geben. Unterstützt durch Rechnerimulationen [7] und Berechnungen [8; 9], deren Einflußgrößen in Untersuchungen ermittelt wurden, soll die Werkzeugform und der Werkzeugeingriff auf den Boden optimiert werden. Obwohl Untersuchungsergebnisse beispielsweise an Fräswerkzeugen aus den fünfziger und sechziger Jahren bekannt sind, besteht wegen der gestiegenen Arbeitsgeschwindigkeiten weiterer Forschungsbedarf [7].

Untersuchungen zur Verbesserung des Wirkungsgrades bei Flügelscharen zeigen, daß der günstigste Anstellwinkel des Werkzeuges zwischen 10 und 20 Grad liegen muß, um möglichst geringe Zugkräfte bei bestmöglichem Geräteeinzug in den Boden aufbringen zu müssen [10]. Eine hohe Leistungsübertragung vom Traktor über das Bodenbearbeitungsgerät auf den zu bearbeitenden Boden ist durch den Einsatz von Zapfwellengeräten gegeben; sie werden vornehmlich für reduzierte Bearbeitungsverfahren verwendet. Allerdings stellt sich der beste Bearbeitungserfolg nicht bei weitgehender Substituierung der Zugleistung durch Drehleistung ein, sondern durch eine Kombination von gezogenen Zinkenwerkzeugen mit zapfwellengetriebenen Rotoren [11; 12] (Bild 2).

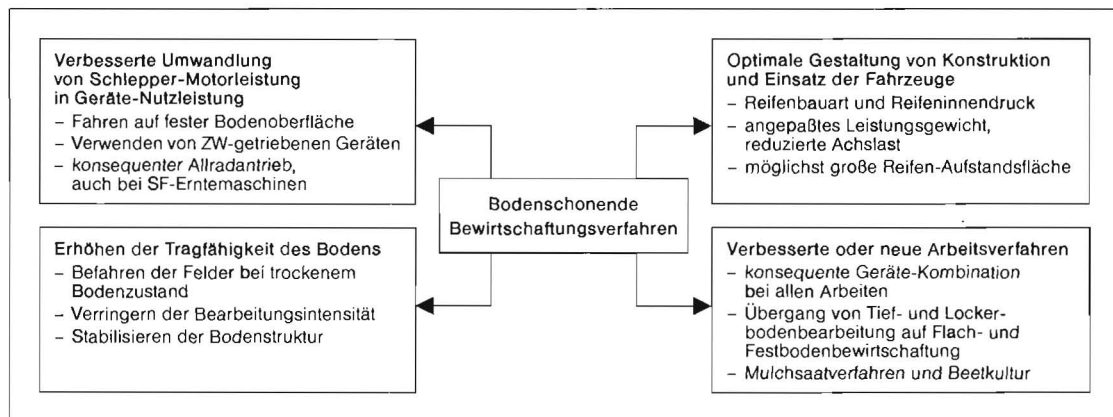


Bild 2: Bodenschonende Bewirtschaftungsverfahren

Fig. 2: Techniques of Conservation Tillage

Ökologische Gesichtspunkte

Eine Minderung von Erosionsschäden in der Landbewirtschaftung bei gleichbleibendem Ertrag erbringen nachweislich Bodenbearbeitungsgeräte mit reduziertem Werkzeugeingriff. Gründe hierfür liegen in der stabileren Oberflächenstruktur, die durch Einarbeiten organischer Reststoffe und aufliegendem Mulchmaterial eine höhere Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens begünstigt [13 bis 15].

Beim Anbau von Zwischenfrüchten und Gründüngungspflanzen vor Zuckerrüben und Mais kann mit zapfwellengetriebenen Bodenbearbeitungsgeräten mit rotierenden Werkzeugen das organische Pflanzenmaterial recht gut eingearbeitet werden. Obwohl eine direkte Einsaat beim Zuckerrüben- oder Maispflanzenanbau ohne vorherige Bodenbearbeitung den besten Erosionsschutz bietet, sollte der mechanische Bekämpfungserfolg gegen Unkraut und Durchwuchs mit zapfwellengetriebenen Bodenbearbeitungsgeräten mit rotierenden Werkzeugen vor der Aussaat nicht unterschätzt werden [16; 17].

Die im Herbst 1989 in Kraft getretene Grundwasserverordnung stellt eindringliche Fragen zum Herbizideinsatz an sich und den damit verbundenen chemischen Mittelaufwand. Die in diesem Zusammenhang geäußerten Bedenken über die Folgen einer reduzierten Bodenbearbeitung bezüglich eines erhöhten Herbizideinsatzes kann jüngsten wissenschaftlichen Untersuchungen zufolge widersprochen werden. Durch eine verfahrensspezifische Terminierung des Pflanzenschutzes tritt – im Vergleich zur konventionellen

Bearbeitung – der gleiche Erfolg wie bei einem ähnlich hohen Mitteleinsatz ein (Bild 2) [18]. Dem zeitigeren Applikationstermin von Herbiziden kommt die bessere Befahrbarkeit von reduziert bearbeitenden Ackerflächen entgegen [19]. Auch wird eine mechanische Unkrautbekämpfung durch Breitsaat und festere Ackeroberfläche bei den reduzierten Bodenbearbeitungsverfahren nicht behindert [20].

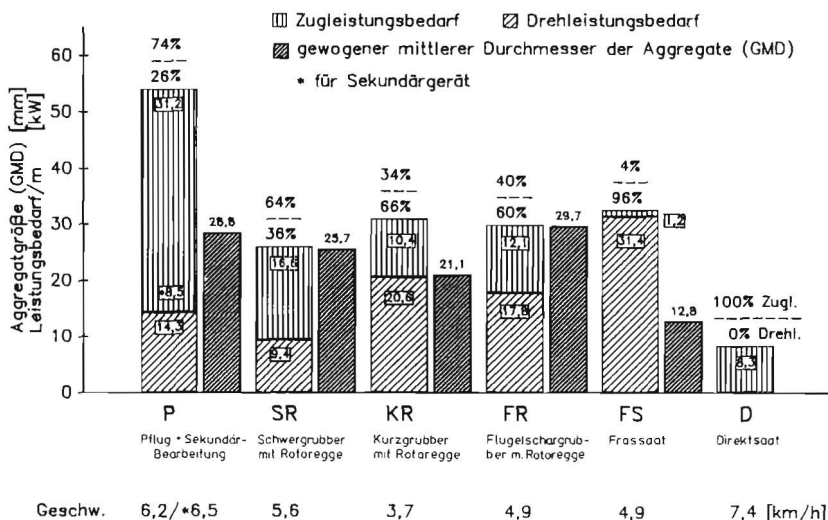
Nach den bisherigen Vergleichsversuchen mit reduzierten Bodenbearbeitungsverfahren lassen sich folgende Aussagen treffen: Der Leistungs- und Energiebedarf sinkt mit abnehmender Eingriffsintensität (Bild 3), wobei Bodenschäden durch Druck und Schlupf geringer werden [19]. Durch die homogene Einmischung der organischen Restsubstanzen kann der Verschlämmungs- und damit der Erosionsschutz auf gefährdeten Standorten erheblich verbessert, die Umsetzung dieser Substanzen beschleunigt, die biologische Aktivität gesteigert und durch diese Wechselwirkungen die natürliche Bodenfruchtbarkeit wie Krümel- und Gefügestabilität erhöht werden (Bild 4) [13 bis 17].

Stoppelbearbeitung

Der seit kürzerer Zeit bekannte bodengetriebene Doppelzinkenrotor wurde auf Leistungsbedarf und Arbeitsqualität untersucht [21; 22]. Sein Bedarf an Zugkraft ist niedriger als bei einer Bearbeitung mit Grubbern [23]. Auch ist die Flächenleistung des Doppelzinkenrotors höher anzusetzen als bei starren Zinkenwerkzeugen. Geringer

Bild 3: Leistungsbedarf und Arbeitseffekte ausgewählter Bodenbearbeitungsverfahren (a_1 (cm) prim./sec. 25/10) – (Wernborn suL, 25,0% H₂O) [11]

Fig. 3: Power requirement and working results of different soil tillage systems; working depth of primary and secondary implements 25/10 cm, Wernborn suL, water content: 25%



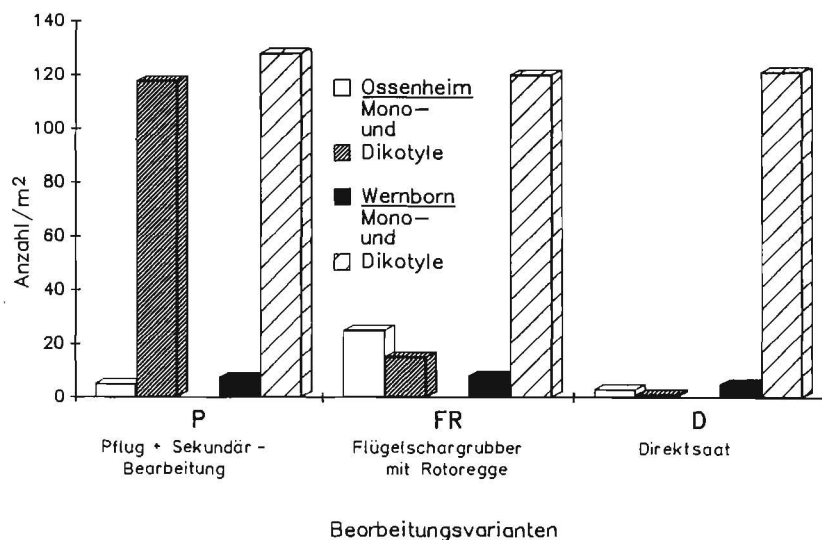


Bild 4: Anzahl Mono- und Dikotyle im Frühjahr, unbehandelte Kontrolle, an zwei Standorten [18]

Fig. 4: Number of Mono-cotylae and Dicotylae in spring, untreated plot, two locations

jedoch ist die Arbeitstiefe gegenüber Grubbern; die Einarbeitung von Stroh und anderem Pflanzenmaterial wird nur flach und oberflächennah durchgeführt und kaum mit Erde durchmischt [22; 23].

□ Zusammenfassung

Im Bereich der Bodenbearbeitung finden bei den Pflügen und den reduzierten Gerätesystemen Entwicklungen zugunsten einer schnelleren Arbeitserledigung statt.

Materialien mit höherer Güte für die Werkzeuge werden bevorzugt. Ökologische Vorteile der reduzierten Bearbeitung vor allem zur Erosionsminderung werden von der Praxis erkannt und

angenommen. Eine Mehraufwendung von Pflanzenschutzmitteln kann durch termingerechte Anwendung vermieden werden.

□ Summary

In the field of soil cultivation developments are taking place for shorter working times. This is true for ploughs as well as for reduced tillage systems.

For tools materials of higher quality are preferred. The ecological advantages of reduced soil cultivation, mainly the reduction of erosion problems, are perceived and adapted in practice. Higher amounts of plant-protective agents in reduced tillage systems can be avoided by application in due time.

5. Bestellung und Saat

Tillage and sowing

J. Heege, Kiel

Die Saat von Körnerfrüchten wie Getreide, Raps und Körnerleguminosen mit Fahrgassen widerspricht zwar generell dem derzeitigen Bemühen, die Samenverteilung über die Fläche durch engere Drillsaat, Bandsaat, Breitsaat oder engere Einzelkornsaat zu verbessern. Man muß aber davon ausgehen, daß in den für die Kopfdüngung und für den Pflanzenschutz erforderlichen Fahrspuren sich ohnehin keine Pflanzen entwickeln können. Es ist daher sinnlos, im Bereich der späteren Düngungs- und Spritz-Fahrspuren Samen abzulegen. Statt dessen werden heute für diese späteren Fahrspuren von vornherein unbesäte Fahrgassen angelegt. Diese Fahrgassen bieten dann den Vorteil, daß bei genauer Abstimmung der Arbeitsbreiten ein präziseres Anschlußverfahren erreicht und dadurch die Verteilgenauigkeit beim Düngen und Pflanzenschutz verbessert werden kann.

Der unvermeidliche Ertragsausfall im Bereich der Fahrgassen ist – bezogen auf die Gesamt-

fläche – umso kleiner, je größer die Arbeitsbreite beim Düngen und Pflanzenschutz ist. Nach Holz [1] ist bei einer Fahrgassenbreite im Bereich von 36 bis 48 cm davon auszugehen, daß für einen Abstand der Fahrgassenpaare von 12 m eine Verringerung des Flächenertrages von 3,3% in Weizen entsteht. Wird der Abstand der Fahrgassenpaare auf 36 m erhöht, so ergeben diese einen Ertragsausfall von nur 1% (Bild 1).

Im einzelnen ist hierbei natürlich auch von Belang, mit welcher Reifen- und Fahrgassenbreite gearbeitet wird. Schmale Reifen und Fahrgassen führen aber bei Düngungs- und Pflanzenschutzarbeiten im zeitigen Frühjahr auf wenig abgesetztem, feuchtem Boden leider zu tiefen Radschpuren. In sehr flächenreichen Betrieben kann es sich lohnen, für die Arbeiten im zeitigen Frühjahr Breitreifen einzusetzen. Für die späteren Fahrten durch den Bestand über den dann besser abgesetzten und trockeneren Boden werden dann schmalere Reifen benutzt, deren Breite der Fahrgassenbreite

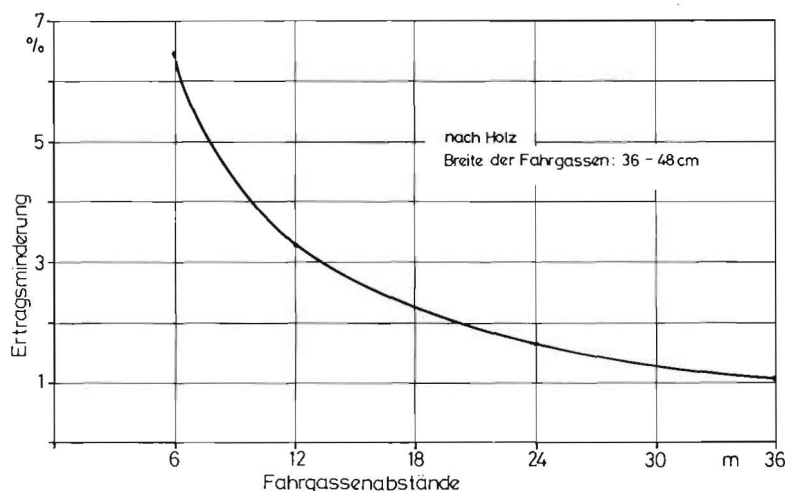


Bild 1: Abnehmende Ertragsverluste bei zunehmenden Fahrgassenabständen

Fig. 1: Decreasing yield losses with increasing distances between tramlines

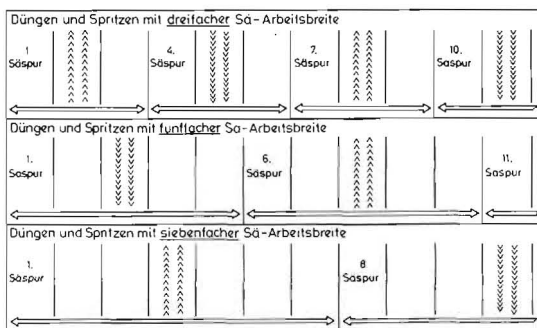


Bild 2: Fahrgassenpaar mittig hinter Sämaschine (ungeradzahlig mehrfache Arbeitsbreiten)

Fig. 2: Pair of tramlines amidst behind sowing machine (uneven multiple working-widths)

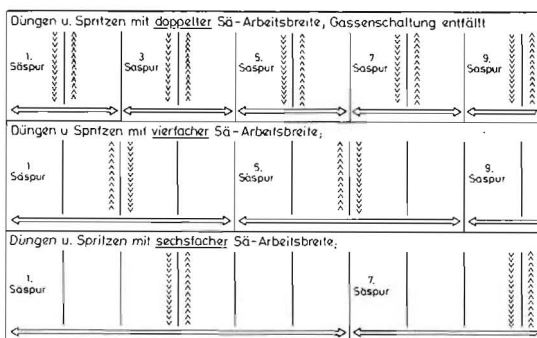


Bild 3: Fahrgasse versetzt hinter Sämaschine (geradzahlig mehrfache Arbeitsbreiten)

Fig. 3: Tramlines one-sided behind sowing machine (even multiple working-widths)

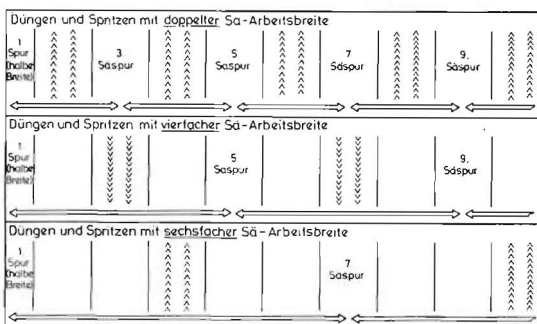


Bild 4: Fahrgassenpaar mittig hinter Sämaschine (geradzahlig mehrfache Arbeitsbreiten, 1. Säspur mit halber Breite)

Fig. 4: Pair of tramlines amidst behind sowing machine (even multiple working-widths, but first sowing-track with half width)

entspricht. Die jungen Pflanzen werden dann im zeitigen Frühjahr zwar teilweise von den Breitreifen überfahren. Der hierbei entstehende Schaden am Pflanzenbestand ist jedoch meistens gering.

Fahrgassen ohne Teilbreiten

Zu unterscheiden ist zwischen der mittigen und der versetzten Anordnung von Fahrgassen. Bei der mittigen Anordnung wird das Fahrgassenpaar direkt hinter den Rädern des Schleppers in der Mitte der Sämaschinenbreite angelegt. Für die seltener übliche versetzte Anordnung wird seitlich innerhalb einer Maschinenbreite jeweils nur eine Fahrgasse angelegt. Der Abstand vom Rand der besäten Breite entspricht der halben Schlepperspurweite. Die dazugehörige zweite Fahrgasse entsteht bei der anschließenden Kehrfahrt. Nur bei genauem Anschlußfahren entspricht der Abstand des Fahrgassenpaares auch der Schlepperspurweite.

In der Regel erfolgen Säen, Düngen und der Pflanzenschutz stets mit voll genutzter Gerätearbeitsbreite. Bei mittiger Anordnung von Fahrgassen wird dann das Düngen und Spritzen mit der ungeradzahlig mehrfachen Arbeitsbreite des Säens erledigt (Bild 2). Eine Fahrgassenschaltung ist dabei in allen Fällen nötig. Wenn hingegen die Fahrgassen versetzt angeordnet sind, werden Düngen und Spritzen mit der geradzahlig mehrfachen Arbeitsbreite des Säens durchgeführt (Bild 3). Nur wenn mit mehr als der doppelten Sämaschinenbreite gearbeitet wird, ist in diesem Fall eine Gassenschaltung erforderlich.

Fahrgassen mit Teilbreiten

Man kann auch die mittige Anordnung von Fahrgassen mit einer geradzahlig mehrfachen Arbeitsbreite beim Düngen und Spritzen kombinieren. Zu diesem Zweck muß dann aber am Feldrand entweder die erste Säspur mit halber Arbeitsbreite angelegt werden (Bild 4), oder die Geräte für das Düngen und Spritzen müssen für den Start am Feldrand auf Teilbreite umzuschalten sein (Bild 5).

In seltenen Fällen wird das Fahrgassenpaar versetzt hinter der Drillmaschine angelegt. Durch Multiplikation des ungeradzahlig Vielfachen der halben Drillmaschinenarbeitsbreite ergeben sich die möglichen Abstände der Pflegespuren (Bild 6). Eine Fahrgassenschaltung ist in allen Fällen erforderlich.

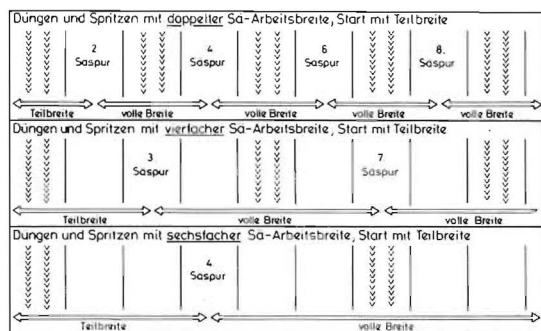


Bild 5: Fahrgassenpaar mittig hinter Sämaschine (geradzahlig mehrfache Arbeitsbreiten, Start mit Teilbreite für Düngen und Spritzen)

Fig. 5: Pair of tramlines amidst behind sowing machine (even multiple working-widths, but start with partial width in fertilizing and spraying)

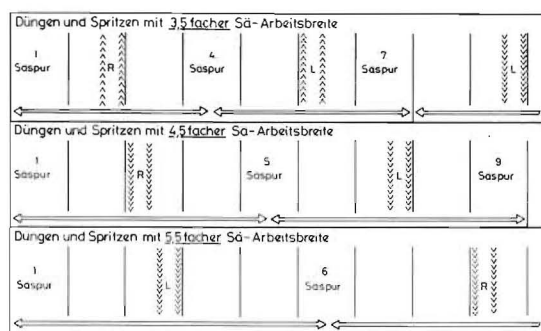


Bild 6: Fahrgassenpaar versetzt rechts (R) und links (L) hinter Sämaschine (ungeradzahlig Vielfaches der halben Arbeitsbreite)

Fig. 6: Pair of tramlines one-sided right (R) and left (L) behind sowing machine (uneven multiples of the half working-width)

Unterbrechen des Samenflusses

Das Unterbrechen des Samenflusses kann bei mechanischer Saatgutzuteilung entweder durch Schließen der Auslauföffnungen am Saatgutbehälter oder durch Arretieren der Säräder (Säradstopp) erfolgen. Nur der Säradstopp ermöglicht das Unterbrechen des Samenflusses ohne Zeitverzug. Das Schließen der Auslauföffnungen am Saatgutbehälter hingegen verhindert nicht, daß noch diejenigen Samen nachrieseln, die sich bereits auf der Bodenklappe befanden. Besonders bei Feinsamen hat das zur Folge, daß in Feldrandnähe die Fahrgassen fehlen. Zudem wird dann nach dem Öffnen der Schieber über eine kurze Fahrstrecke solange nicht gesät, bis die Bodenklappen wieder voll mit Samen belegt sind. Das Arretieren der Säräder hat sich daher mittlerweile allgemein durchgesetzt, wenngleich der technische Aufwand für dieses Verfahren nicht gering ist.

Bei pneumatischer Saatgutzuteilung werden die Fahrgassen durch elektrisches Schließen von Auslauföffnungen am Prallkopf angelegt, wodurch gleichfalls der Samenfluß ohne Zeitverzug unterbrochen wird. Während bei mechanischer Saatgutzuteilung die Fahrgassenschaltung bislang immer zu einer geringfügigen Minderung der Saatmenge – bezogen auf die gesamte Arbeitsbreite – führt, ändert sich bei pneumatischer Zuteilung die Saatmenge durch die Fahrgassenschaltung nicht. Die überschüssigen Samen fließen hierbei vornehmlich den Fahrgassenrandrei-

hen zu. Die überdurchschnittliche Versorgung der Fahrgassenrandreihen ist in pflanzenbaulicher Sicht durchaus erwünscht, zumal den Pflanzen hier auch überdurchschnittlich Wuchsraum zur Verfügung steht.

Manuelle oder automatische Fahrgassenschaltung

Die Schaltung der Fahrgassen kann von Hand oder automatisch beim Wendevorgang auf mechanischem, hydraulischem oder elektrischem Wege erfolgen. Für die automatische Schaltung wird die Zahl der Säspuren meistens durch den Aushub der Maschine am Vorgewende erfaßt. Sofern die Maschine außer zum Wenden noch zusätzlich ausgehoben wird – zum Beispiel zwecks Beseitigung einer Störung –, entsteht eine Fehlschaltung, die am Schaltautomaten korrigiert werden muß.

Oft steuert der Schaltautomat nicht nur den Fahrgassenabstand, sondern auch das Ein- und Aussetzen des Spuranreißers für das Schleppervorderrad am Vorgewende. Dann wird eine Fehlschaltung in der Regel an der falschen Stellung der Spuranreißer erkannt. Die Kontrolle einer elektrischen Fahrgassenschaltung kann ansonsten auch mittels eines Monitors in der Schlepperkabine erfolgen. Vorrangig ist in jedem Fall, daß Fehler in der Fahrgassenschaltung sicher vermieden werden. Denn falsch angelegte Fahrgassen sind schlechter als keine Fahrgassen.

Da Fahrgassen erst nach dem Auflaufen der Saat sichtbar werden, sind sie für die Herbizidspritzung im Voraufverfahren nicht nutzbar. Abhilfe ist möglich durch Spuranreißer, die in den Fahrgassen jeweils eine Rille ziehen. Auch diese Spuranreißer können mittels der Fahrgassenschaltung automatisch ein- und ausgehoben werden.

□ Zusammenfassung

Die Fahrgassen stellen ein Bindeglied zwischen dem Sävorgang einerseits sowie den Kopfdüngungs- und Pflanzenschutzarbeiten andererseits dar. Damit der Ertragsausfall durch die Fahrgassen gering bleibt, sollten die Kopfdüngung und der Pflanzenschutz immer mit einer vielfachen Arbeitsbreite des Säens erledigt werden. Diese Verfahrensweise entspricht in der Regel auch den arbeitsorganisatorischen Bedürfnissen,

zumal im ertragreichen Körnerfruchtbau mehrere Kopfdüngungs- und Pflanzenschutzarbeitsgänge nötig sind. Die technischen Alternativen für das Anlegen von Fahrgassen werden behandelt.

□ Summary

Tramlines are regarded as a link between the sowing process on the one hand and the fertilizer dressing and plant protection processes on the other hand. Fertilizer dressing and plant protection should always be carried out with a multiple working width of sowing in order to keep the yield decrease caused by the tramlines low. Generally this procedure also corresponds to operational needs, since in high yielding cereal production several fertilizer dressing and plant protection operations are necessary. Technical alternatives in the arranging of tramlines are dealt with.

6. Pflanzenschutz und Pflanzenpflege Plant protection technique

H. Göhlich, Berlin

Entwicklungsmerkmale

Generelle Entwicklungsmerkmale konzentrieren sich auf die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen, eine weiter verminderte Umweltbelastung, eine Verbesserung des Bedienungskomforts und auf eine Verringerung der Gefahr der Anwenderkontamination.

Aufgrund der seit Juni 1988 wirksam gewordenen obligatorischen Richtlinien der Biologischen Bundesanstalt (BBA) sind bis Anfang 1990 270 gesetzliche Registrierungen von Pflanzenschutzgeräten vorgenommen worden. Hieraus ist abzuleiten, daß im allgemeinen seitens der bundesdeutschen Hersteller von Pflanzenschutzgeräten diese Anforderungen erfüllt werden.

Umweltschutzmaßnahmen konzentrieren sich unter anderem auf eine Verbesserung der Zerstäubung mit neuartigen Düsen, deren Tropfenspektrum weniger Kleintropfenanteil aufweist, auf die Verminderung des Windeinflusses beim Spritzen und Sprühen sowie auf die vollständige Vermeidung von Restmengen mittels neuer Direkteinspeiseverfahren. Weitere Verbesserungen in der Befüll- und Entsorgungstechnik sind zu verzeichnen. Die Gefahr der Anwenderkontamination wird durch allgemein angewendete Einspül-Schleusen und Spüleinrichtungen für leere Mittelbehältnisse sowie durch Einbau von Reinigungsdüsen in Vorratsbehältern erreicht[1].

Umweltschutzmaßnahmen

Einen neuen, vielversprechenden Anfang zur Verwirklichung der Direkteinspeisung haben die Firma Ciba-Geigy und die Firma MSR (Maschinenfabrik für Dosiertechnik) unternommen. Über die grundsätzlichen Vorteile dieses Verfahrens ist in [2] berichtet worden. Das neue System arbeitet mit einer speziellen, vom Wasserstrom angetrie-

benen Feindosierpumpe, die proportional zum Wasserstrom flüssige Pflanzenschutzmittel einspeist. Die besondere Arbeitsweise der Feindosierpumpe garantiert die Einhaltung der eingestellten Pflanzenschutzmittelkonzentration. Eine elektronische Regeleinrichtung stellt den an den Düsen erforderlichen Durchsatz bereit und leitet den Rücklauf vor der Zudosierung des Pflanzenschutzmittels in den Behälter zurück. Es können gleichzeitig bis zu vier verschiedene Pflanzenschutzmittel aus Originalbehältnissen angesaugt und eingespeist werden. Nicht benötigte Pflanzenschutzmittel verbleiben in den Behältnissen und können später wieder verwendet werden. Bei pulverförmigen Pflanzenschutzmitteln kann die Direkteinspeisung ausgeschaltet und die im Vorratsbehälter angesetzte Behandlungsflüssigkeit in üblicher Form ausgebracht werden [1; 2].

Die Anwendung biologisch wirkender Behandlungsverfahren steckt nach wie vor sehr in den Anfängen. Interesse verdient ein Käfersammelgerät (Bio-Collector), das in erster Linie zum Sammeln von Kartoffelkäfern und Larven eingesetzt wird. Ein Luftstrom wird auf die Kartoffelpflanzen geleitet, wodurch Käfer und Larven abgeblasen und in Auffangwannen gesammelt werden. Versuchsansteller berichten über befriedigende Absammelergebnisse [1].

Spritztechnik

Eine umfassende Umfrage in Landwirtschaftsbetrieben über den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Feldbau der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) hat einen wertvollen Aufschluß über die Anwendungsverfahren und deren Einzelheiten ergeben. Im Mittelpunkt standen die behandelten Flächen, die Behandlungshäu-

figkeit und die Aufwandmengen. Danach ergab sich 1987 ein Anteil der behandelten Fläche am Ackerland von 95%, eine Behandlungshäufigkeit von 3,5 mit mittleren Aufwandmengen zwischen 2,8 und 11,1 kg/ha [3].

Im Feldbau haben sich die Wasseraufwandmengen in der Praxis auf 200 l/ha eingependelt. Hier stellt sich jedoch die Frage, ob sich diese Größenordnung auch genügend zuverlässig und driftarm mit den üblichen Flachstrahldüsen bewältigen läßt [4]. Die hierbei notwendigen kleinen Düsenquerschnitte erzeugen in der Regel einen relativ hohen driftgefährdeten Kleintropfenanteil. Neue Düsenentwicklungen haben zu einer Verminderung des Kleintropfenanteils bei gleichem Spritzdruck geführt. In einem Fall (Servodrop) führt ein vorgeschaltetes Gehäuse zu einem turbulenzarmen Zulauf. Der sogenannte Servokörper spritzt einen Strahl direkt auf den Schlitz eines Flachstrahlmundstückes. Durch diese teilweise Trennung des Dosierungs- und Verteilungsvorganges ergeben sich die erwähnten Vorteile eines geringen Kleintropfenanteiles (Bild 1).

Der Verminderung der Drift im Feldeinsatz wird durch weitere technische Maßnahmen Aufmerksamkeit geschenkt. Im praktischen Einsatz hat sich die Anwendung eines Luftschleiers bewährt, der dem Düsenstrahl unmittelbar folgt

(Bild 2) (Hardi-Twin-System). Die nach unten austretende Luft unterstützt die vertikale Tropfenbewegung und schirmt die Tropfen gegenüber Windeinflüssen ab. Genauere Daten über die Driftverminderung liegen noch nicht vor. Eine weniger aufwendige Maßnahme ist die Anwendung eines Schirmes über den Düsen. Eine durchgreifende Verbesserung der auftretenden Drift bei Feldspritzgeräten kann in der Kombination eines solchen Schirmes und eines sogenannten „Crop-tilter“ erreicht werden [5]. Die Düsen können dabei bis auf wenige Zentimeter an das Pflanzendach herangeführt werden.

Die Standortbestimmung über Satelliten für den Feldeinsatz ist in greifbare Nähe gerückt. So wird es bald möglich sein, eine standortspezifische Dosierung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln auf einem Feld zu realisieren. Voraussetzung für die Nutzung sind Grunddaten des Feldes (z. B. Nährstoffgehalt, Zonen mit unterschiedlichem Pflanzenschutzmittelbedarf). Solche spezifischen Daten können von einem Hofrechner auf den Bordcomputer übertragen werden. Ist mittels eines Empfängers der jeweilige Standort des Gerätes über Satelliten-Navigation bekannt, kann das Gerät die Ausbringmenge dem jeweiligen Zustand des Feldes angepaßt variieren. Die direkte Geräteführung im Feldeinsatz hat durch den Einsatz des Lasers weitere Impulse erhalten. Eine labormäßige Erprobung hat interessante Anstöße für eine weitere Entwicklung gegeben [6].

Sprühtechnik

Bei Einsatz von Gebläsesprühgeräten schenkt man der Ausbildung der Luftströmung größere Aufmerksamkeit, um Verluste in Form der Bodenablage und durch Drift zu vermeiden. Hierfür haben sich Luftleiteinrichtungen eingeführt, die einerseits den Drall der Strömung ausgleichen und andererseits eine bessere Führung des Luftstrahles übernehmen sollen [7].

Die Pflanzenschutzmittelverteilung in Raumkulturen, die überwiegend im Sprühverfahren erfolgt, hängt in maßgebendem Umfang von der Art und Ausbildung der Luftströmung ab. Bei den unterschiedlichen Erziehungsformen im Obstbau sind unterschiedliche Ausbildungen der Luftströmung und Wirkstoffverteilung je nach Größe und Tiefe der Kultur notwendig. Von der Landtechnik Berlin sind in Zusammenarbeit mit der Obstbauversuchsanstalt Jork Untersuchungen über die anzustrebende Verteilungsform im Obstbau weiter

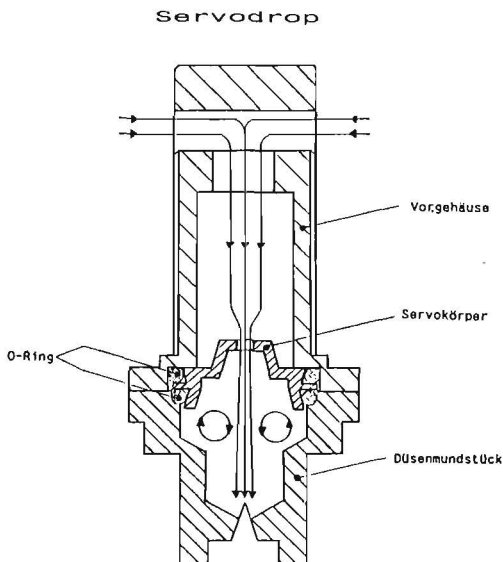


Bild 1: Flachstrahldüse mit separatem Dosierkörper (Servokörper)

Fig. 1: Flat jet nozzle with separate metering element



Bild 2: Feldspritzgerät mit Luftstrahlunterstützung

Fig. 2: Field sprayer with a fan jet equipment

fortgeführt worden, aus denen erste Einstellempfehlungen für Sprühgeräte hervorgegangen sind [8]. Das Erfassen von Bestandslücken und Reihenenden durch Ultraschallsensoren ist weiter erprobt worden. Deutliche Einsparungen an Flüssigkeit konnten nachgewiesen werden.

Im Weinbau sind die räumlichen Unterschiede der Kulturformen nicht so groß wie im Obstbau. Hier liegt die Aufgabe vielmehr in der gleichmäßigen Feinverteilung, das heißt in der gleichmäßigeren Belagsverteilung auf den Ober- und Unterseiten der Blätter. Bäcker [9] hat vier übliche Gebläsearten mit ihren spezifischen Luftströmungen auf ihre Verteilungsgleichmäßigkeit untersucht. Hiernach haben sich die Umkehraxialgebläse als besonders vorteilhaft herausgestellt. Ähnlich gute Ergebnisse zeigten auch die Radial- und Tangentialgebläse. Auffallend niedrig lagen die Wirkstoffverluste durch Bodenkontamination bei dem Radialgebläse. Hinsichtlich der Umweltbeeinflussung zeigte das Tangentialgebläse die besten Werte. Die neuesten Erkenntnisse

über den Stand der Pflanzenschutztechnik im Weinbau sind in einem Symposium anlässlich der Intervitis '89 zusammengestellt worden [9].

Sogenannte Recycling-Sprühgeräte sind in verschiedener Form weiter entwickelt worden. Es soll durchschnittlich mit einer Einsparung von Pflanzenschutzmitteln in der Größenordnung um 25% gerechnet werden können. Über eine durchgreifende Bewährung in der Praxis liegen noch keine Stellungnahmen vor [10; 12].

☐ Zusammenfassung

Die Entwicklungen in der Pflanzenschutztechnik richteten sich auf weitere Maßnahmen zur Vermeidung von Wirkstoffverlusten durch Bodenablagerungen und Drift. Insbesondere standen Maßnahmen zur Verminderung des Windeinflusses auf die Verteilung, zur Direkteinspeisung und Rückstandsvermeidung, zur Luftführung bei Gebläsesprühgeräten, zur Düsenentwicklung und Bedienungskomfortverbesserung im Mittelpunkt. Der Drang zu sehr geringen Ausbringungsmengen ist zugunsten mittlerer Aufwandmengen aufgegeben worden.

☐ Summary

The development in plant protection technique was concentrated primarily on the further reduction of chemical losses caused by ground deposit and drift. Especially, design work has been done by the improvement of direct injection of the chemical in order to avoid rest liquid in the tank, by the reduction of field sprayer drift by air fans, by the air guidance of blower sprayers, by improvements of nozzles and by a better operator comfort. The tendency to very low volume application has turned to medium volume application.

7. Düngung Fertilization

E. Isensee, Kiel

In der Düngung setzt sich das Bemühen um exakte Ausbringung fort (Bild 1). Verstärkt werden Lösungen für hohe Arbeitsbreiten angeboten. Die Möglichkeiten der Elektronik werden besser in systematischen Konzepten genutzt.

Mineraldünger

Die Streuorgane sind auswechselbar, um sich verschiedenartigen Düngersorten anzupassen. Außerdem gibt es mehr und einfachere Lösungen, um in Teilbreiten oder an der Schlaggrenze arbeiten zu können.

Die Zuführung aus den Behältern auf das Streuorgan wird sorgfältiger ausgeführt: zwangsweise über Stahlfinger, Band oder Schnecke; der Auftreffpunkt auf der Scheibe wird dem Durchsatz angepaßt.

Die Hersteller weisen auf die Qualität ihres Produktes hin, indem sie Prüfberichte oder Verteilungskurven in die Prospekte aufnehmen [1]. Sie bieten verstärkt Informationen durch Schriften und Werksvorführungen zum korrekten Anbau am Schlepper, zur richtigen Abstimmung von Gerät und Dünger sowie zur Einstellung von Arbeitsbreite und Hektar-Gabe. Zudem weisen sie darauf hin, welche Einflußfaktoren die exakte Ausbringung beeinträchtigen.

Der Zwei-Scheiben-Streuer ist von mehreren Herstellern fortentwickelt: die Scheiben liegen weit auseinander; das schafft Volumen für einen Vorratsbehälter geringer Bauhöhe und ermöglicht große Wurfweiten mit einer Arbeitsbreite von 24 m.

Horizontale Schnecken führen den Dünger dosiert und zwangsweise den beiden Streuscheiben zu (Bild 2). Der hydraulische Antrieb erlaubt es dem Fahrer, die Gabe zu ändern. Außerdem wird der Antrieb über Bodenrad oder Reibrad am gezogenen Streuer angeboten.

Die Streuer mit Ausleger oder pneumatischer Querförderung meiden manche Nachteile der Zentrifugal-Verteilung, zum Beispiel den Einfluß zufälliger Faktoren wie Wind. Sie eignen sich auch für niedrige Gaben und feinkörnige Düngemittel. Mehrere Teilbreiten sind möglich. Dennoch neh-

Richtige Nährstoffgabe steigert

- Ausschöpfen des Ertragspotentials
- Qualität und Inhaltsstoffe
- gleichmäßige Ausreife und Kornfeuchte
- ökonomische Effizienz

Richtige Nährstoffgabe mindert

- Lagergetreide
- Nährstoffeintrag, -abtrag
- Pilzbefall
- Pflanzenschutz Aufwand
- Unterschiede im Bestand
- ökologische Belastung

Bild 1: Ökologisch und ökonomisch begründete Bedeutung wichtiger Dünger

Fig. 1: Ecological and economical importance of fertilizers

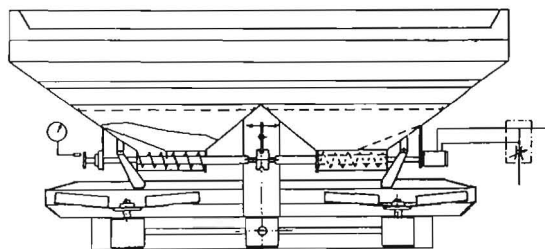


Bild 2: Zwei-Scheiben-Streuer mit Dosierschnecken

Fig. 2: 2-disc fertilizer distributor with year conveyor

men sie gegenüber der einfacheren Bauart der Wurfstreuer nur einen Marktanteil von wenigen Prozent ein.

Organischer Dünger

In der Gülletechnik hat sich die Verteilgenauigkeit wesentlich gebessert [2; 3]. Der einfache Prallteller ist ersetzt durch sorgfältig geformte und einstellbare Düsen sowie durch Verteilorgane, die die Gülle gezielt und zwangsweise über die Breite verteilen (Bild 3). In diesem Sinne hat das Angebot an Rohr- und Schlauchverteilern zugenommen – letztere auch mit Blick auf geringere Geruchs- und NH_3 -Emission.

Bei Stallmist befriedigt die Verteilung bei weitem nicht, selbst bei recht gleichmäßiger Beladung in der Prüfstation (Bild 4).

Zur rationellen Ausbringung von Flüssigmist bietet der überbetriebliche Einsatz neuartige Lösungen: der mit bodenschonender Bereifung ausgestattete Trac-Schlepper nimmt 6 m^3 auf, gefüllt aus dem Vorrat am Feldrand. Großfahrzeuge übernehmen den Transport in Ackerbaugelände,

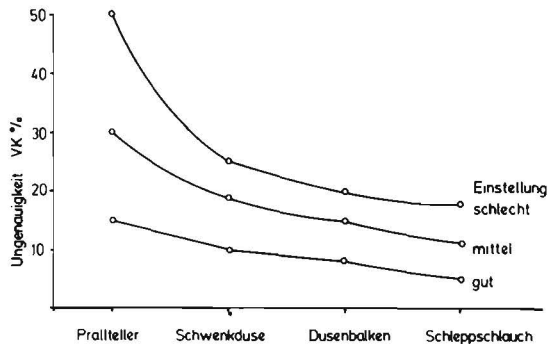


Bild 3: Mögliche Genauigkeit von Verteilorganen für Gülle

Fig. 3: Precision of slurry spreading systems

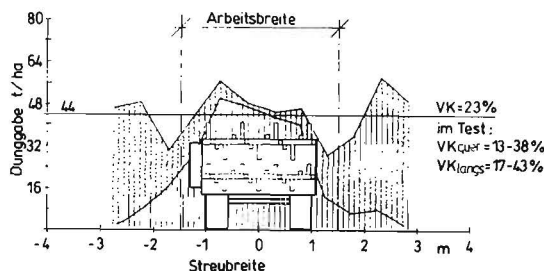


Bild 4: Streubild eines Stalldungstreuers

Fig. 4: Distribution quality of manure spreader

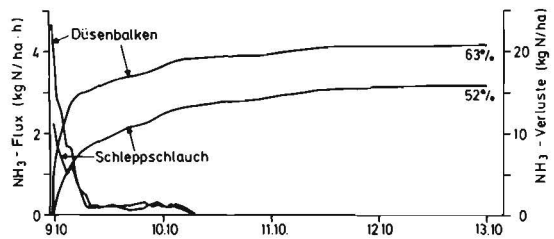


Bild 5: NH_3 -Emission nach dem Ausbringen ($22 \text{ m}^3/\text{ha}$ Rindergülle) mit Balken oder Düsen Schleppschlauch bei kühl-regnerischem Wetter

Fig. 5: NH_3 -emission after spreading $22 \text{ m}^3/\text{ha}$ cattle slurry; hose spreads or subdivision of the main strain into several substreams (cold and rainy weather)

zum Beispiel aufgesattelt auf den MB-trac werden sie dem ländlichen Einsatz angepaßt.

Schnelles Befüllen wird im Arbeitsablauf wesentlich: daher hohe Pumpenleistung und das Bemühen, automatisch den Schlauch vom Transportfahrzeug mit dem Entnahmebehälter zu koppeln.

Angesichts der ökologischen Problematik steigen zum einen die Bemühungen, Gülle zu behandeln: beispielsweise Separieren der Feststoffe, chemisches Ausfällen, aerobe und anaerobe Verfahren der Klärtechnik. Offenbar bleibt aber die landwirtschaftliche Verwertung die sinnvollste.

Hier gilt es, die Emission von NH_3 gering zu halten. Dem dienen der Schleppschlauch (Bild 5) oder die bindende Wirkung von Wasser, das der Hochdruckreiniger auf die Pflanzen bringt. Die hohe Emission unmittelbar nach dem Ausbringen erfordert es, direkt innerhalb weniger Stunden die Gülle einzuarbeiten.

Die Emission selbst sinkt mit der Außentemperatur und Windgeschwindigkeit sowie dem Bedeckungsgrad des Bodens [4 bis 6].

Überwachung, Steuerung, Regelung

Die Möglichkeiten der Elektronik werden stufenweise zu kompletten Systemen ausgebaut [2; 7; 8].

Die Anzeige des Betriebszustandes, nämlich zu Ausbringungsmenge (dt/ha), Geschwindigkeit (km/h) und Teilbreite (m) erlaubt die Kontrolle der Funktion und läßt den steuernden Eingriff durch den Fahrer zu. Er stellt die Mehr- oder Mindermenge in Stufen ein, um dem wechselndem Boden oder Pflanzenbestand zu entsprechen.

Die Steuerung des Dosierorgans über den Weggeber kann auf die Düngersorte abgestimmt

werden: die Ergebnisse mehrerer Abdrehsproben werden gespeichert. Somit wird es möglich, die jeweils auf Teilflächen gestreute Masse sowie die im Behälter vorhandene Restmenge zu registrieren.

Es verstärkt sich das konkrete Angebot an Systemen hohen Niveaus: sie verrechnen die Daten von Wegaufnehmer, Ausbringungsmenge und Arbeitsbreite. Die ermittelten Werte wie beispielsweise Flächenleistung und Düngerverbrauch gehen anschließend in die Schlagkartei ein.

Umgekehrt kann der Landwirt die Daten zur Beschaffenheit von Schlag, Kulturart etc. auf die Chip-Card übertragen, so daß der Bordcomputer danach Schlepper bzw. Streuorgan steuert.

☐ Zusammenfassung

Die Tendenz zu großer Arbeitsbreite setzt sich fort, um mehr zu leisten und Fahrspuren zu min-

dern. In diesem Sinne sind die Dosiersysteme angepaßt.

In der organischen Düngung achtet man neben der Verteilgüte vermehrt auf die NH_3 -Emission.

Die Elektronik-Systeme werden zunehmend von den Firmen ausgebaut und miteinander verknüpft.

☐ Summary

The working width is still increasing to reach better working effectivity and to avoid wheeling. That's the way how the closing-(regulation) systems develop.

Concerning the organic manure spreading you'll have to look at the precision of distribution and at the NH_3 -emission.

The electronical systems develop more and more and become compatible because of standardization.

8. Bewässerung und Beregnung Irrigation

H. Sourell, Braunschweig

Allgemeines

Die Notwendigkeit, mit den Ressourcen sorgfältig umzugehen, ist insbesondere bei der Bewässerung und Beregnung gegeben, die eine der effektivsten Maßnahmen zur Sicherung der Welt-ernährung ist (auf 15% der LF werden 30 bis 40% der Nahrungsmittel erzeugt). In der Bundesrepublik Deutschland ist sie in gewissen Regionen unverzichtbares Betriebsmittel zur Existenzsicherung.

Besonders deutlich wurde die Notwendigkeit der Beregnung im extremen Trockenjahr 1989 mit negativen klimatischen Wasserbilanzwerten bis zu 364 mm in Regionen der Lüneburger Heide. Solche Dürrejahre führen in der Praxis zu Überlegungen, die Beregnung auch auf Böden mit höherer Wasserspeicherkapazität einzusetzen. Nach den Informationen der Beregnungsindustrie und den Schätzungen der Beratung dürfte sich die Beregnungsfläche um etwa 10 000 ha auf heute rund 350 000 ha (= 2%) vergrößert haben.

In der DDR werden derzeit 520 000 ha beregnet, das sind 9% der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Eingesetzt werden überwiegend die rollende Beregnung und vereinzelt Kreisberegnungssysteme. Sie entsprechen nicht dem Standard der Beregnungsanlagen in der Bundesrepublik.

Normung und Planung

Im Arbeitsbereich des Normenausschusses Wasserwesen (NAW) im DIN wurde mit der Neukonzeption der DIN 19655 „Bewässerung – Aufgaben, Grundlagen und Verfahren“ begonnen und inhaltlich mit dem Normenausschuß für DIN 4220 „Bodenkundliche Standortbestimmungen“ abgestimmt. In der Internationalen Normung lag im Berichtszeitraum die ISO/DIS 8224-2.2 vor: „Irrigation equipment – Traveller irrigation ma-

chines – Part 2: Softwall hose and couplings – specific test method“. Im Bereich „Planung von Beregnungsanlagen“ ist seit der Öffnung der Grenze zur DDR ein sehr starker Beratungsbedarf für die Industrie, für die Planungsbüros und für die Wissenschaft entstanden.

Beregnungstechnik

Nach längerem Zögern der Beregnungsindustrie, Elektronik an mobilen Beregnungsmaschinen einzusetzen, dürfte jetzt der Durchbruch mit der elektronischen Regelung der Einzugs- geschwindigkeit gelungen sein. So waren auf den letzten Ausstellungen fast alle angebotenen Beregnungsmaschinen serienmäßig oder als Zusatzausrüstung mit elektronischen Steuer- und Regelgeräten ausgerüstet.

Die Entwicklung und der Einsatz der Elektronik für die Regelung der Einzugs- geschwindigkeit wurden notwendig, weil beim Einsatz von mobilen Beregnungsmaschinen und trommelbaren Reg-

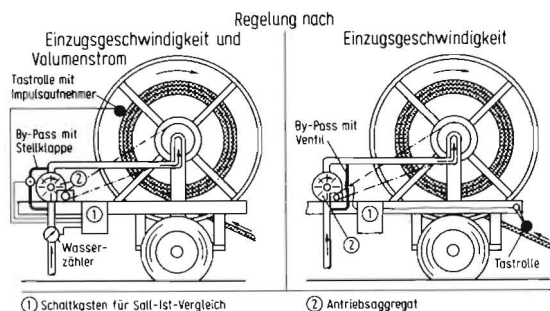


Bild 1: Schematischer Aufbau der Einzugs- geschwindigkeitsregelung bei mobilen Beregnungsmaschinen, wahlweise auch Regelung nach dem Volumen- durchfluß

Fig. 1: Devices for ensuring constant sprinkler travel speed

nerleistungslängen bis zu 500 m Probleme für eine gleichmäßige Wasserverteilung über die zu beregnende Fläche entstehen. Denn durch den diskontinuierlichen Einzug des Regnerwagens wird eine ungleichmäßige Wasserverteilung längs der Regnerleitung verursacht.

Dazu werden die Beregnungsmaschinen heute mit einer entsprechenden Regelungstechnik ausgerüstet (Bild 1). Mit dieser Regelung wird garantiert, daß der zu beregnende Feldstreifen längs der Regnerleitung exakt beregnet wird. Mit der eingesetzten Elektronik sind in der Regel noch weitere Funktionen verbunden, wie zum Beispiel:

- Regelung der Einzugsgeschwindigkeit nach dem Volumendurchfluß, speziell beim Einsatz in Verbandsanlagen,
- eine von der Einzugsgeschwindigkeit abhängige Vor- und Nachberegnungszeit,
- Anzeige der Rohrlänge, die noch eingezogen werden muß,
- Überwachungsfunktionen, die bei Störungen die Beregnungsmaschinen selbständig abstellen,
- zeitverzögerte Endabschaltung, um Druckstöße im Rohrnetz zu vermeiden [1; 2].

Der Beregnungsmaschinenmarkt hat sich im Berichtszeitraum, nicht zuletzt durch die Öffnung der Grenzen, erweitert. Viele Hersteller bieten jetzt auch verstärkt stationäre Beregnungsmaschinen an, die bisher überwiegend bei großstrukturierter Landbewirtschaftung und in semi-ariden Klimazonen eingesetzt wurden (Bild 2). Diese Maschinen – ausgenommen die rollende Beregnung, die positionsweise arbeitet – fahren im Beregnungsbetrieb über das Feld und sind je nach Bauart mehr oder weniger an den Schlag gebunden.

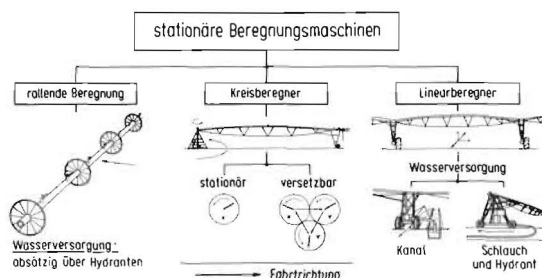


Bild 2: Verfahren stationärer Beregnungsmaschinen
Fig. 2: Schematic description of stationary irrigation machines

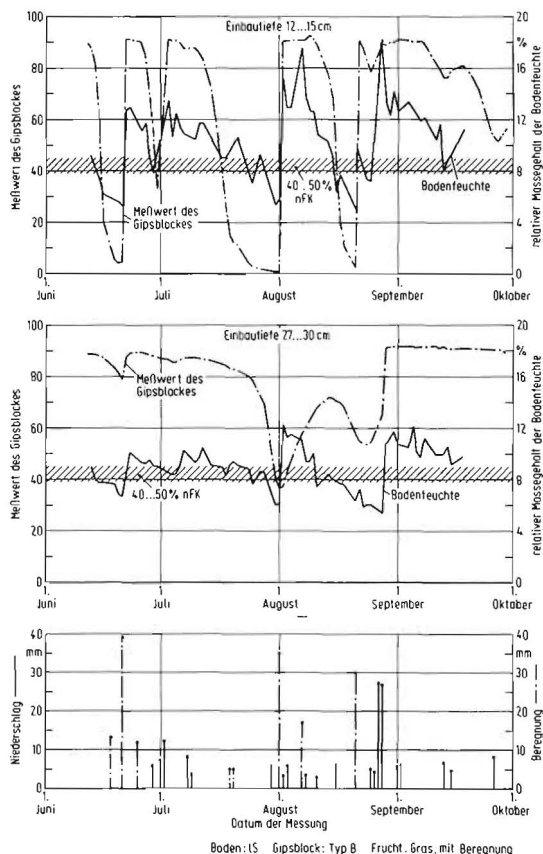


Bild 3: Verlauf der Bodenfeuchte im Vergleich zur elektrischen Leitfähigkeit von Gipsblöcken, mit Beregnung

Fig. 3: Results from gypsum blocks for soil moisture monitoring on irrigated land

Die Nachfrage aus der DDR besteht besonders für die Kreis- und Linearberegnungsmaschine, wo die bisher überwiegend eingesetzte rollende Beregnung ersetzt werden soll, weil hoher Arbeitszeitbedarf, Arbeitsschwere und hohe Störanfälligkeit den wirtschaftlichen Einsatz begrenzen. Aber auch Landwirte mit Großbetrieben und arrondierten Flächen orientieren sich an dieser Beregnungstechnik [3; 4].

Beregnungseinsatzsteuerung

Nach wie vor bestehen beim Einsatz der Feldberegnung Probleme, ohne Aufwand den richtigen Zeitpunkt für die Beregnung zu bestimmen. Ziel einer Beregnungssteuerung muß es sein, die Beregnungsgabe dem tatsächlichen pflanzenphysiologischen Wasserbedarf anzupassen.

Tafel 1: Vor- und Nachteile der Gipsblockmethode**Table 1:** Advantage and disadvantage of the gypsum block method

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> – vertretbarer Preis bei mehrjähriger Nutzung – leichter Einbau – einfache Handhabung – geringe Störanfälligkeit – keine Wartungsarbeiten – tägliche bzw. sofortige Meßergebnisse – Meßwertablesung vom Feldrand bei Kabelverlängerung möglich – Ausbaufähig zur Datenübertragung oder -sammlung – Anzeige der Wassereindringtiefe beim Einbau in verschiedenen Tiefen 	<ul style="list-style-type: none"> – es gibt noch keinen allgemeingültigen Wert, wann berechnet werden soll – noch ist nicht eindeutig, wie viele „Blöcke“ parallel einzusetzen sind – Reaktion auf Salz, nur bedingt zutreffend – geringe Wiederverwendbarkeit – zu hoher Preis bei einjähriger Nutzung der Gipsblöcke – unterschiedliche Versuchsergebnisse 1988 und 1989

Da die eingesetzten Verfahren für den Landwirt entweder zu arbeitsaufwendig oder noch zu ungenau sind, wird intensiv versucht, neue und bessere Steuerungsmöglichkeiten zu entwickeln. Hierzu wurden auch bereits bekannte Verfahren, wie die Messung der elektrischen Leitfähigkeit mit Gipsblöcken, weiterentwickelt und verbessert. Seit 1987 bieten einige amerikanische Hersteller diese verbesserten Gipsblöcke zur Beregnungssteuerung auf dem europäischen Markt an.

Einsatzversuche an verschiedenen Standorten von verschiedenen Versuchsanstallern kommen nach ein- bis zweijährigen Versuchen zu positiven Aussagen hinsichtlich des praktischen Einsatzes der Gipsblöcke für den Landwirt. **Bild 3** zeigt Ergebnisse, die am Standort Braunschweig-Völkenrode gemessen wurden [5 bis 7].

Die bisherigen Erfahrungen und die Bewertung dieses Verfahrens zum Abschätzen des Beregnungseinsatzes sind in **Tafel 1** zusammengefaßt.

□ Zusammenfassung

Die Beregnungsfläche in der Bundesrepublik Deutschland hat sich im Berichtszeitraum um etwa 10 000 Hektar vergrößert. Aber auch die Öffnung der Grenze zur DDR brachte der Beregnungsindustrie neue Impulse. Dort werden rund 520 000 Hektar bewässert. Die Agrarstruktur der DDR macht die Nutzung von stationären Beregnungsmaschinen auch in der Zukunft sinnvoll.

Nach einer langen Erprobungsphase werden mikroelektronische Bauteile für die Regelung der Einzugs geschwindigkeit serienmäßig oder als Zusatzausrüstung für mobile Beregnungsmaschinen angeboten. Damit wird die Wasserverteilung längs der Regnerleitung konstant gehalten.

Ferner hat sich der Beregnungsmaschinenmarkt erweitert. Von vielen Herstellern werden Kreis- und Linearberegnungsmaschinen angeboten, nicht zuletzt für die großstrukturierten Betriebe der DDR.

Für die Steuerung des Beregnungseinsatzes hat sich die Gipsblockmethode weiterhin für den praktischen Einsatz bewährt. Die genannten Nachteile werden weitgehend von den Vorteilen dieses Verfahrens überlagert.

□ Summary

In West Germany the total irrigated area has increased by 10 000 ha during the period of reference. The opening of the border to the German Democratic Republic gave additional impulses to the German irrigation industry. In East Germany around 520 000 ha are currently under irrigation, the rural structure will continue to favor the application of stationary irrigation machines in the future.

After a long experimental phase the use of microelectronics for the control of the reeling-in

speed has become either standard or extra-equipment for mobile hose reel irrigation machines. This device ensures a constant water application along the travel lane.

The market for irrigation machines has become wider. Partly in view of the large farms in East

Germany many manufacturers are now offering center pivot and linear move machines.

For irrigation control the gypsum block method has again proved to be useful for practical use. The mentioned disadvantages are mostly compensated by the advantages of this method.

9. Halmfütterernte Hay harvesting

9.1 Halmfüttermähen und Halmfütterwerben

Mowing and treating of hay

H. G. Claus, Göttingen

Allgemeines

Die Schlagkraft der Mähwerke und Heumaschinen wurde weiter gesteigert, eine essentielle Voraussetzung für das Gewinnen hochwertiger Futterkonserven. Besonderes Augenmerk gilt der Anpassung von Schlepperspurweite, Mahdenbreite und Arbeitsbreite der Werbemaschinen, um eine sichere Arbeitsqualität zu erreichen und das Überfahren von Erntegut zu vermeiden.

Mäh- und Aufbereitungsmaschinen

Trommel- und Scheibenmäher beherrschen das Feld; Fingerbalken- und Doppelmessermähwerke bleiben interessant; bei ihnen wurde die Stopsicherheit erhöht [1]. Die rotierenden Mäher haben Arbeitsbreiten über 3 m erreicht; Geräte für Front- und Heckanbau sowie Anhängemaschinen, wahlweise nach rechts oder links ausgeschwenkt, werden angeboten [2].

Erneut wurden Fragen der Sicherheit und des Unfallschutzes aufgegriffen [3]; niederländische Versuche bezogen Schutzverkleidungen aus neuartigen Kunststoffen ein. Besondere Schwierigkeiten ergeben sich beim Mähen von Wegerändern wegen zusätzlicher Fremdkörper.

Besonderheiten stellen sich beim Mähen stillgelegter Flächen ein [4; 5]. Eine Vorführung und ein KTBL-Gespräch hierzu wurden im Herbst 1989 in Schleswig-Holstein durchgeführt. Der zur Schonung wilder Jungtiere empfohlene späte Schnitt stellt besondere Anforderungen an die Funktionssicherheit der Mäh- – und so weit ebenfalls eingesetzt – auch der Häckselmaschinen. Die Stoppelhöhe ist von geringem Interesse; es bestehen keine Ansprüche an den Ertrag, weil eine landwirtschaftliche Nutzung ausgeschlossen ist. Umstritten ist die Frage einer Zerkleinerung;

starkes Zerschlagen kann die Rotte fördern, unter trockenen Bedingungen jedoch eine Matratzenbildung herbeiführen, die der Grasnarbenbildung hinderlich sein kann. Neben Kreiselmähern, einem Sichelmäher und mehreren Schlegelmähern wurden ein Doppelmessermähwerk und eine speziell umgerüstete Scheibengge vorgeführt. Generell ist abzuleiten, daß für gesicherte Empfehlungen weitere Erfahrungen notwendig sind.

Neu ist ein Rotormähwerk nach dem Prinzip des Scherenschnittes, bei dem zwei übereinander angeordnete, gegenläufig rotierende Scheiben jeweils 109 Klingen tragen. Die Klingengeschwindigkeit beläuft sich auf lediglich 9 m/s, so daß auch ein niedriger bezogener Leistungsbedarf von 3 kW/m Arbeitsbreite genannt wird [6].

Aufbereiten

Bei uns ist die Kombination von Mähwerk, meist Rotormäher, mit Schlagaufbereitern stark eingeführt und dürfte weitere Aussichten auf Verbreitung finden. Die Kombination eines Kreiseljähers mit Quetschwalzen ist vorzugsweise für den Einsatz in Leguminosen gedacht [7].

Erwähnt sei der Einsatz von K_2CO_3 (Kapitel 9.3.) sowie ein so bezeichneter Intensivreißer [8]. Verstärkte Bemühungen, das Mattensystem einzuführen, sind erkennbar. Die Angaben dazu sind etwas widersprüchlich; gemeinhin werden Mattendicken von 6 bis 8 mm empfohlen, ein Bericht nennt Dicken bis 16 mm [9 bis 11]. Das zunächst für Luzerne entwickelte Verfahren bedarf einer Anpassung an Dauergras mit seinen anderen (weniger klebenden) Inhaltsstoffen.

Ältere Versuche zur Futtertrocknung auf Papierbahnen [12; 13] wurden erneut aufgegriffen [14]. Dazu wird intensiv aufbereitetes Futter auf leicht-

tem Papier (18 g/m²) ausgelegt; so trocknet es schneller und zeigt weniger Bröckelverluste bei Wicken, weniger ausgeprägt bei Luzerne. Immerhin scheint eine Verlusteinsparung von etwa 12% erreichbar, was in Israel die Zusatzkosten des Verfahrens deckt. Das Papier bleibt im Erntegut; es steigert den Rohfasergehalt nur unwesentlich. Beim Aufnehmen der Schwaden ist zusätzliche Sorgfalt geboten, um ein Zerreißen des Papiers und daraus resultierende Verluste zu vermeiden.

Zu den Feldverlusten wurde eine umfassende Literaturstudie erstellt [15], die im Teil 1 weltweit 75 Quellen erfaßt. Dargestellt werden Verluste aus Atmung, Auswaschung und mechanischen Ursachen für unterschiedliche Mäh-, Aufbereitungs- und Werbeverfahren.

Heuwerbung

Die Arbeitsbreiten aller Maschinen für die Heubereitung wurden im Sinne einer Steigerung der Schlagkraft und damit einer zusätzlichen Sicherung der Futterqualität erheblich vergrößert. Heuwerbemaschinen (Zetter, Wender und Schwader) mit mehr als 7 m Arbeitsbreite sind verfügbar, was allerdings auch den Preis der Maschinen erheblich steigerte.

Es dominieren weiterhin Kreiselheuer [3; 16 bis 19]. Einzelaggregate wurden für das Freiräumen von Mulchdecken für die Direktsaat eingesetzt [20]; ein rotierendes Aggregat in der Bauart des Kreiselheuers schnitt beim Abräumen von Maisresten etwas besser ab als ein oszillierendes System.

Ein neues Wendesystem für Schwaden wurde in den USA vorgestellt [21]. Eine Pick-up nimmt die Schwaden auf, das Gut gelangt mittels Förderband in eine Wendeeinrichtung, die das Futter um 180° über Kopf dreht und locker in Schwaden ablegt. Die schonende Behandlung soll neben einer beschleunigten Trocknung vor allem die mechanische Belastung und daraus resultierende Verluste mindern sowie das Einarbeiten von Boden vermeiden.

Einen historischen Überblick liefert eine britische Studie [22] über die Entwicklung der Heubereitung, der Heißgastrocknung von Futter und des

Silierens, beginnend etwa 1800, fortgeschrieben bis zur Mitte dieses Jahrhunderts.

Halmgutbergung wird in Kapitel 9.2 behandelt: so sei hier lediglich auf eine neue Presse für kubische Großballen hingewiesen [23] sowie auf eine Stroh-Brikettierpresse, die 1988/89 in Großbritannien im Versuchseinsatz stand [24].

□ Zusammenfassung

Die Schlagkraft von Mähwerken, Heu- und Lademaschinen wurde weiter gesteigert. Kreiselmäher, häufig in Kombination mit Aufbereitern, beherrschen das Feld. Schlegelmäher dürften vor allem beim Mähen stillgelegter Flächen Einsatz finden. Neu auf dem Markt ist ein Kreiselmäherwerk mit Scherenschnitt.

Versuche, Halmfutter auf Papierbahnen zu trocknen, um Bröckelverluste zu senken, wurden erneut aufgegriffen.

Über Feldverluste wurde eine umfassende Literaturstudie vorgelegt.

Bei den Heumaschinen dominieren weiterhin Kreiselzettwender und -schwader; die Arbeitsbreite hat 7 m erreicht und überschritten. In den USA wurde ein neuartiges Schwadwende-System entwickelt.

Eine britische Studie befaßt sich mit der Entwicklung der Heuwerbung, der Heißgastrocknung und dem Silieren von Gras.

□ Summary

Mower, hay machinery and loading units have achieved a high performance. Rotary mowers often in combination with conditioners prevail; flail type mowers are of interest for mowing fallow. New is a rotary mower with a working principle of scissors.

Drying hay on paperstrips can avoid losses and accelerate drying velocity. According to field losses an extensive study was made.

Rotating machinery dominate in the field of hay machinery and swathers; working width reaches up to more than 7 m. In USA a new swath turning system is developed.

A British study gives a survey about historical hay machinery, fodder drying and ensilaging.

9.2 Halmgutbergung

Straw and silage collection

H.-H. Harms, Wolfenbüttel

Allgemeines

Die drei wesentlichen Ernteverfahren für die Halmgutbergung (Häcksel-, Preß- und Ladewagenkette) werden immer wieder unter den verschiedensten, vornehmlich wirtschaftlichen Aspekten beleuchtet [1; 2]. Dabei lassen leider auch die neueren Arbeiten keine allgemeingültige Aussage zu.

Die letzten Ausstellungen mit einer Vielzahl an komplett neuen Maschinen boten einen hervorragenden Überblick über die verschiedenen Entwicklungstendenzen [3 bis 6]. Daraus wurden von verschiedenen Stellen Trends abgeleitet [7; 8]. Aber auch hier ist keine klare Aussage möglich. Generell scheint es möglich zu sein, daß das Häckselverfahren weiter an Bedeutung auch in der Grassilagebergung gewinnt. Dennoch kommt dem Balleneinwickeln wohl eine größere Bedeutung zu als erwartet. Die Ladewagen entwickeln sich national zunehmend weiter zu einer Kurzschnittmaschine, wobei deren Schnittlänge heute schon die einiger älterer Häcksler erreicht.

Feldhäcksler

Auch aus den jüngsten Untersuchungen [9 bis 12] geht hervor, daß der Häckselqualität insbesondere im Mais die größte Bedeutung bei der Kaufentscheidung zukommt. Die Tendenz zu weiteren Häckslerarten mit segmentierten Messern setzt sich fort [13; 14]. Dadurch sollen die Häckselqualität, die Laufruhe aber auch die Empfindlichkeit der Trommel gegen Beschädigungen verbessert werden.

Da die selbstfahrenden Feldhäcksler in Westeuropa heute alle mit nachzerkleinernden Walzen ausgerüstet werden, ist die installierte Motorleistung im Moment noch nicht nennenswert weiter gestiegen [15]. Man versucht dagegen teilweise, den Durchsatz durch Drehzahlanhebung der Trommel zu erhöhen [13]. Es bleibt abzuwarten, ob die Praxis die theoretischen Überlegungen [16; 17], wonach der Leistungsbedarf wegen der Beschleunigungskräfte bei Drehzahlanhebung überproportional steigt, widerlegt.

Für die Maiseernte werden verschiedene Voratzgeräte angeboten. Die vor einigen Jahren so gepriesenen reihenlosen Geräte haben zwar ihre Bedeutung, erreichen aber bei weitem nicht die Stückzahl der „Reihengeräte“, von denen ein weiteres in Paris ausgestellt war [18].

Nach allen Diskussionen der letzten Jahre um LKS und GPS als Kraftfuttersatz ist es denkbar, daß zukünftig über die Stromerzeugung aus Biomasse verstärkt nachgedacht wird [19]. Auch hier ist der Einsatz von Feldhäckslern wahrscheinlich.

Weitere Verbesserungen gibt es bei den Bedienungs-, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen [20]. Beachtenswert ist aber auch die Idee, das Ladewagenaggregat mit einem nachgeschalteten Gebläse zu versehen und als gezogenen Häcksler zu verwenden (Bild 1) [21]. Dadurch lassen sich viele Vorteile der langsamen Schneidbewegung des Ladewagens nutzen.

Ladewagen

Der Trend zur Leistungssteigerung, Verbesserung der Laufruhe und Optimierung der Schnittlänge ist eindeutig erkennbar. Nahezu überall werden heute fünf oder mehr Rechen im Rotationsförderer angeboten [22; 23]. Dabei sind



Bild 1: Gezogener Feldhäcksler Chopper (Werkbild: Krone)

Fig. 1: Trailed forage harvester Chopper (Works photo: Krone)

neben Lenker- und Kurvenbahnsteuerung auch immer mehr ungesteuerte Fördertrommeln im Angebot (Taarup, Kemper, Strautmann). Außerdem werden überall 40 km/h und auch 80 km/h Versionen sowie größere Laderäume angeboten, was den Nachteil der Fahrzeuge gegenüber Pressen und Feldhäckseln bei größeren Feld-Hof-Entfernungen verringern hilft [24]. Mit Zunahme der Gesamtgewichte und erhöhter Berücksichtigung der Grasnarbenschonung stiegen in den vergangenen Jahren auch die Anforderungen in den Bereichen Fahrwerk und Reifen. Um den Radierereffekt zu verringern, der bei Tandemachsen in der Kurve entsteht, wird eine neue selbstlenkende Nachlaufachse mit Spurstange und Stoßdämpfer zur Stabilisierung angeboten.

Bedienungsvereinfachungen mit Steckdosen auch am hinteren Wagenende und automatische Ablaufsteuerungen kommen ebenso mehr und mehr zum Einsatz wie automatische Schmiereinrichtungen, die heute auch schon zur Versorgung des gesamten Förderaggregates mit Schmiermittel angeboten werden.

Ballenpressen

In der Broschüre [25] ist die Entwicklungsgeschichte der Strohpressen übersichtlich zusammengestellt. Obwohl diese Broschüre neu ist, kann sie die im Moment rasanten Neuentwicklungen bei Ballenpressen nicht alle beinhalten. Gerade bei landwirtschaftlichen Pressen hat sich in den letzten Jahren auf breiter Fläche wohl am meisten getan. Bei den bekannten Hochdruckballenpressen für „kleinere“ Ballen ist die gesamte Erntekette eingespült. Wesentliche Markimpulse oder nennenswerte Stückzahlsteigerungen sind für diese Pressenbauart nicht zu erwarten. Es ist aber möglich, daß das Prinzip der Aufnahme durch die Presse im direkten Zug hinter dem Schlepper (Welger), wie es zum Beispiel bei allen Rund- und Großballenpressen üblich ist, die Nachfrage wieder beleben kann [7; 26; 27].

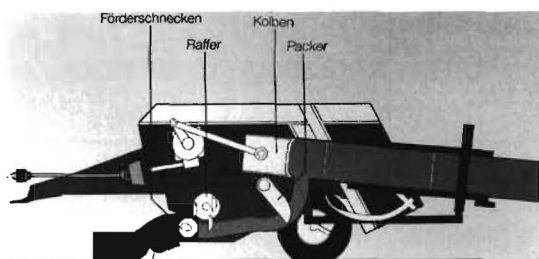


Bild 2: Großballenpresse D 4000
(Werkbild: Welger)

Fig. 2: Big rectangular baler D 4000
(Works photo: Welger)

Bei den heute angebotenen Rundballenpressen, die mit ihren technischen Daten in einer Übersicht in [28] aufgelistet sind, verstärkt sich der Trend zu schnellerer Bindung, hohem Bedienungskomfort und Breitaufsammler. Dabei wird natürlich eine hohe Preßdichte verlangt [29 bis 31], was beispielsweise durch eine zusätzliche Schneideinrichtung erreicht werden soll. Es ist zu erwarten, daß zukünftig allen Pressen die Forderung nach Einsatzfähigkeit in der Silagebergung abverlangt wird [32; 33], was besonders bei Riememaschinen Schwierigkeiten bereitet. [34] enthält eine Zusammenstellung verschiedener Bindsysteme und [35] eine Aufstellung der neueren Rundballenpreßprinzipien, wozu noch zusätzlich [36] und [37] hinzuzufügen sind.

Interessant kann auch die Verwendung der Rundballenpresse in der Grassilageernte hinter einem Schlegelhäcksler sein, wie in [38] beschrieben, oder die Kombination aus Rundballenpresse und Ballenfolienwickelmaschine [39] sowie Rundballenpresse und Sammelwagen [40].

Die wohl aufsehenerregendste Neuentwicklung der Pressentechnik, die nach Darstellung des Erfinders (Molitoris) selbst „eine Rundballenpresse ist, bei der der Ballen nicht ganz umläuft“, ist in der Literatur ausführlich dargestellt [41]

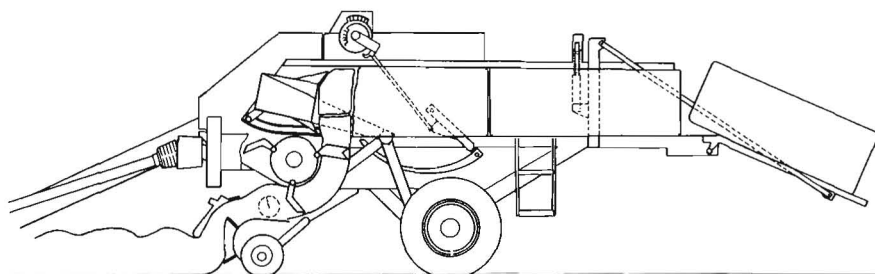


Bild 3: Großballenpresse
GP 3.612
(Werkbild: Fahr)

Fig. 3: Big rectangular
baler GP3.612
(Works photo: Fahr)

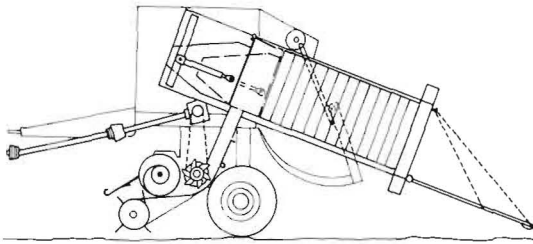


Bild 4: Großballenpresse SB 8580 Hydropack
(Werkbild: Mengele)

Fig. 4: Big rectangular baler SB 8580 Hydropack
(Works photo: Mengele)

bis 44]. Ob diese Maschine den Marktforderungen gerecht wird, bleibt abzuwarten, denn der gepreßte Ballen muß sich mit den rechteckigen Großballen messen können.

Noch vor einigen Jahren hat man den rechteckigen Großballenpressen kaum eine nennenswerte Bedeutung zugemessen, da sie zu teuer waren. Heute hat sich hier ein Markt etabliert, der praktisch von fast allen großen Pressenherstellern bedient wird. Die Bindungs- und Dichteregelungsprobleme wurden systematisch untersucht [45; 46] und die Perspektiven für den DDR-Markt in [47] erläutert. Ausführliche Beschreibungen der einzelnen Maschinen sind unter [48 bis 56] zu finden. Einige neue Maschinen sind im Winter 1989/90 vorgestellt worden. Sie arbeiten alle nach unterschiedlichen Verdichtungsprinzipien. Im Bild 2 ist die neue Welger Presse D 4000 zu sehen, bei der ein Packer das Gut direkt in den Kolbenraum fördert. Der Packer fährt durch Schlitz im Kolben wieder zurück.

Bild 3 zeigt die neue Fahr Presse GP 3.612, die mit einem Zugkolben und einem Vorpreßaggregat aus dem Ladewagen arbeitet. Diese Maschine ist ebenso wie die neue Mengele Presse SB 8580 (Bild 4) ein ausgesprochenes Leichtgewicht. Diese Presse arbeitet mit einem völlig neuen Vorpreßaggregat und schiebt dann das vorgepreßte Gut schichtweise hydraulisch in den Preßkanal.

Bei allen Großballenpressen spielt die elektronische Steuerung [48] sowie das Sammeln von Ballen eine große Rolle [57].

Vor allem aus Holland und aus Dänemark wird die Forderung nach Schneideeinrichtungen bei Großballenpressen gestellt, um die Ballenauflösung zu verbessern und die Verwendung von Futtermischwagen überhaupt zu ermöglichen. Eine Nachrüstungslösung für herkömmliche Maschinen wird in [58] beschrieben. Daß einige Großballenpressen beim Einsatz in der Naßsilage, wie sie vornehmlich in England vorkommt, Schwierigkeiten haben, beweist der Artikel [50].

Auch in den USA wird der Einsatz von Großballenpressen vornehmlich für Stroh und Luzerneheu wieder interessanter [59; 60]. Aber auch die Verschiffung von Luzerneheu nach stationärem Nachpressen auf doppelte Dichtewerte [52] über sehr weite Strecken bis Japan und Arabien kann an Bedeutung gewinnen.

□ Zusammenfassung

Wesentliche Tendenzveränderungen hat es bei Feldhäckslern und Ladewagen nicht gegeben. Hier bestimmen einmal die Forderungen nach höherem Komfort und zum anderen die Leistungsfähigkeit das Marktgeschehen. Ganz anders bei den landwirtschaftlichen Pressen. Der Gesamtmarkt ist hier rückläufig und wird durch Großballenpressen sowohl rund als auch zunehmend rechteckig ersetzt. Hier gibt es eine Fülle von Neuentwicklungen teilweise auch von Firmen, die bisher keine Pressen vertrieben haben.

□ Summary

There are very few changes on the forage harvester and loader waggon scene. Here are the comfort for the operator and the performance of the machine main factors. Completely different is the tendency on the baler side. The overall market is decreasing. The small balers are succeeded by big balers that can be round or more and more square. There are a lot of new developments of which some are offered by manufacturers that didn't offer balers before.

9.3 Halmfuttermittelkonservierung und Heutrocknung

Conservation and drying of hay

H. G. Claus, Göttingen

Allgemeines

Von 1980/81 bis 1988/89 nahm die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) der Bundesrepublik um 330 000 ha ab; Dauergrasland wurde besonders betroffen. Es macht 4,5 Mill. ha oder 37% der LF aus. 1,265 Mill. ha Ackerfutter kommen hinzu sowie rund 2,5 Mill. ha Marktfrüchte für Futterzwecke [1].

Ziel bleibt das Gewinnen wertvoller Futtermittelkonserven [2; 3]; die Tendenz zur Anweilsilage hält an, wobei man die Feldtrocknung weiter zu beschleunigen sucht. Vom Dauergrasland werden rund 75% siliert, dazu der überwiegende Anteil von Silomais und Ackerfutter einschließlich Zwischenfrüchte. Das restliche Gras wird vorgewelkt und unter Dach nachgetrocknet oder als Bodenheu gewonnen; regional unterschiedlich wird Sommerstallhaltung mit täglichem Grünfütterholen praktiziert.

Neuere Versuche in den Niederlanden [4] befaßten sich mit dem günstigsten Vorwelkgrad. Bei Silagen mit knapp 30 und 50% TM-Gehalt war bei der feuchteren Silage die Milchleistung sowie Fett- und Eiweißproduktion höher; dennoch wird empfohlen, auf mindestens 35% TM vorzuwelken, weil feuchtere Silage höhere Gehalte an Ammoniak und Rohasche aufweist. Vorwelken auf 35% TM bietet den Vorzug kurzer Feldzeiten sowie des besseren Verdichtens gegenüber stärker vorgewelktem Futter.

Vorwelken

Mechanische und chemische Aufbereitung beschleunigen das Vorwelken. Gewisse Aussichten gibt man dem Mattenverfahren [5 bis 7], weil bei gutem Wetter binnen weniger Stunden (1 bis 2 h) bereits TM-Gehalte über 40% erreichbar sind und nach höchstens 7 Stunden fertiges Heu gewonnen werden kann. Die Schlagkraft wird bei 3,30 m Schnittbreite auf 2 ha/h veranschlagt. Zudem entfallen Zetten, Wenden und Schwaden. Dennoch wird man für eine sichere Einordnung des Verfahrens weitere Versuche abwarten müssen; immerhin gibt ein Versuchsansteller [6] zu bedenken, daß die Mattenoberseite rasch abtrocknet, die

Unterseite indes kaum am Trocknungsvorgang teilhat (s. auch Kapitel 9.1).

Intensiv-Aufbereiter [8] sollen die Feldperiode ebenfalls stark verkürzen. Es muß beachtet werden, daß die Intensität des Aufschlusses die Trocknung beschleunigt, zugleich aber die Gefahr zusätzlicher Verluste und erhöhten Sandanteils steigern kann.

Chemisches Aufbereiten wurde mit Kaliumkarbonat (K_2CO_3) bei 10 kg/ha, aufgelöst in 450 l Wasser an aufbereitetem und nicht aufbereitetem Futter studiert. Die Kombination Kaliumkarbonat und Aufbereiten führte zur schnellsten Trocknung, das Futter wurde am wenigsten rückbefeuchtet und trocknete nach Niederschlag am schnellsten wieder ab. Nachteilig ist der Mittelaufwand (rund 100 DM/ha), das zusätzliche Spritzgerät und die Logistik [9; 10].

Verfahrensabstimmung

Besonderes Augenmerk gilt dem Abstimmen von Maschinenleistungen, Schwadbreiten, Arbeitsbreite der Heumaschinen, Schlepperspurweite und Reifenbreite [11; 12]. Es empfiehlt sich, etwa 60% der Gesamt-Futterfläche für den ersten Silierschnitt vorzusehen. Dann wird abhängig von der Erntedauer (3 bis 4 Wochen) die auf einmal zu mähende Fläche bestimmt; sie ist je nach Gesamtfläche so gestaffelt, daß sie bei kleinen Flächen anteilig größer ist als bei größeren Ernteflächen. Die weiteren Vorschläge befassen sich mit dem Abstimmen der Arbeitsbreiten von Mähwerken, Mahden- oder Schwadbreite auf die Spurweite des Schleppers derart, daß kein Futter überfahren wird und je Schwad zwei Zetter- oder Wenderkreisel greifen.

Silierhinweise und Nutzung der Futterflächen

Umfassend wird die Häcksellänge bewertet [13]; bei Maissilage war ein exaktes Bestimmen der Häcksellängen schwierig. Als Ergebnis wird herausgestellt, daß stark aufbereitetes Siliergut bei sonst gleichen Inhaltsstoffen von Milchkühen und Mastbullen besser genutzt wird; geringere Futteraufnahmen führten zu höheren Leistungen.

Zum Silieren gibt die Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft Hinweise [14] zur Umsturzsicherung von Walzschleppern.

Niederländische Versuche zum Maisanbau unter Folie [15] zeigen eindeutig, daß die Ertragssteigerungen bei Silomais den Mehraufwand nicht aufwiegen, was bei CCM und Körnermais gesichert erscheint.

Neuansaat und umbruchlose Graslandverbesserung durch Nachsaaten ertragreicher Gräserarten (Deutsches Weidelgras, *Lolium perenne*) hat bei starkem Frost ohne Schneedecke dann zu Ertragseinbußen geführt, wenn zu stark mit N gedüngt war und spät im Herbst geschnitten wurde [16]. Gute Kali- und Phosphat-Versorgung sowie frühe Aussaat (August bis Mitte September) ist günstiger. Insgesamt findet Graslandverbesserung in Nordwestdeutschland und den Niederlanden rege Nachfrage [17].

Die Milchmengenregelung wirft die Frage nach der Düngungsintensität auf [18]; alte Erkenntnisse werden bestätigt, daß eine Zurücknahme der N-Düngung und gute P-, K-Versorgung wertvolles Futter liefert, da Leguminosen (besonders Weißklee *Trifolium repens*) sich stark ausbreiten; der TM-Ertrag kann indes um 30% zurückgehen.

Silage-, Milch-, Butter- und Käsequalität hängen eng zusammen. Mäßige Grassilage ergibt wenig streichfähige Butter [19]; sporenbildende Clostridien aus mäßiger Silage lassen Käse 'aufblähen', der unverkäuflich wird. Strengste Sauberkeit muß Kontamination von Milch mit Silage oder Exkrementen verhindern. Fetthärteprüfungen gehen als Grundlage in die Milchabrechnung ein.

Vorschläge der Landwirtschaftskammer Hannover leiten an zum Vermeiden oder Beseitigen von Silagesickersaft [20].

Heubelüftung

In Österreich befaßt man sich intensiv mit solarer Luftanwärmung bei der Heubelüftung [21]. Transparent abgedeckte Absorber haben Wirkungsgrade bis 60%, freie um 50%. Beide können attraktiv sein, da Luftanwärmung um mehr als 5 K nicht gefordert wird. Die spezifischen Energieverbräuche lagen bei Warmbelüftung (10 K Luftanwärmung) um 190 kWh je 100 kg Wasserentzug, die Wärmepumpe verbrauchte 36 kWh, Kaltbelüftung 25 bis 30 und solare Lufterwärmung 10 bis 20 kWh/100 kg Wasser. Trotz beschränkter Funk-

tionssicherheit und eingeschränkter Verfügbarkeit von Solar-Energie konnten sich die Anlagen in Österreich gut einführen, zumal die Mehrkosten gegen Kaltbelüften etwa 1 bis 1,5 DM/dt Heu betragen.

□ Zusammenfassung

In der Bundesrepublik sind 37% der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) Dauergrasland; zusammen mit Ackerfutter und Marktfrüchten für die Fütterung werden rund zwei Drittel der LF für den Futterbau genutzt.

Nahezu 75% der Konserven aus Gras sind Anwelksilage; als günstiger Vorwelkgrad werden mindestens 35% TM-Gehalt empfohlen. Zum schnelleren Vorwelken wird vermehrt mechanisch aufbereitet. Das Mattenverfahren steht für Gras in der Erprobung.

Wichtig ist eine gute Abstimmung von Maschinenleistung, Schnitt- und Arbeitsbreite, Schwadbreite und Ackerschlepperspur.

Graslandverbesserung durch Neu- oder Durchsaat findet in Nordwestdeutschland wie in den Niederlanden reges Interesse; frühe Aussaat (August – Mitte September), verhaltene N-Düngung und Vermeiden späten Schnittes sichern den Erfolg der Narbenverbesserung.

Solare Luftanwärmung für die Heutrocknung hat in Österreich starkes Interesse gefunden und kann sich wirtschaftlich behaupten.

□ Summary

37% of arable land in the Federal Republic of Germany is permanent grassland; together with field-fodder and other crop for animal feeding, two thirds of arable land is used for fodder production.

Nearly 75% of grass will be ensilaged, mostly with a dry matter content of at least 35%. Faster prewilting can be obtained by mechanical conditioning. Mat-producing of grass will be developed.

Grassland cultivation by seeding of productive grass varieties is of high importance in Northwest-Germany as well as in the Netherlands.

A good adjustment of machinery performance, i. e. width of cutting, tedding and swathing and the track of tractors is of high importance.

Supplemental heating the drying air with solar energy is widely spread in Austrian hay-driers, and has economical advantage.

10. Körnerfruchternte

Grain harvesting

10.1 Mähdrescher

Combines

H. D. Kutzbach, Stuttgart

Allgemeines

Bei der Getreideernte haben sich die Trends der letzten Jahre fortgesetzt. Durch den steigenden Anteil der 5- und 6-Schüttler-Maschinen am Umsatz auch in der Bundesrepublik Deutschland (1989 etwa 60%) läßt sich die Getreideernte noch schlagkräftiger durchführen. Durch Detailverbesserungen an den Baugruppen, dem verstärkten Einsatz elektrischer Stelleinrichtungen und elektronischer Informationssysteme sowie weiteren Verbesserungen im Bereich des Fahrerstandes wird die Arbeit für den Fahrer leichter und komfortabler sowie die Leistungsfähigkeit und die Leistungsstabilität der Mähdrescher bei sich ändernden Erntebedingungen erhöht.

Von den acht Firmen, die auf der Agritechnica 1989 Mähdrescher ausgestellt haben (Case IH, Claas, John Deere, Deutz Fahr, Fiatagri, Ford New Holland, Fortschritt und Massey Ferguson), werden einschließlich der Ausstattungsvarianten etwa 75 Mähdreschermodelle angeboten [1]. Davon sind 28 in den vergangenen zwei Jahren überarbeitet worden oder neu auf den Markt gekommen (Bild 1). Fortschritt versucht auch in der Bundesrepublik präsent zu sein, nachdem beispielsweise in Großbritannien schon über 15 Jahre Mähdrescher von Fortschritt verkauft werden [2]. Das vor zwei Jahren vorgestellte und inzwischen weiterentwickelte Gummikettenlaufwerk wird unter dem Namen terra-trac als Sonderausstattung für große Mähdrescher angeboten (Claas).

Aktuelle Aspekte der Mähdrescherentwicklung beziehungsweise der Getreideernte wurden 1989 auf drei großen Tagungen diskutiert, wobei in den Vorträgen des CIGR-Kongresses in Dublin mehr auf die technischen Aspekte eingegangen wurde [3], während auf der zur gleichen Zeit in Rostock stattfindenden 4th ICPPAM (Physical Properties

of Agricultural Materials) die Stoffeigenschaften und ihr Einfluß auf Konstruktion und Funktion behandelt wurden [4]. Auf der 4. Internationalen wissenschaftlichen Arbeitstagung in Halle schließlich standen neben technischen Fragen zur Mähdrescherentwicklung vor allem Fragen der Mechanisierung der Produktionsverfahren für Getreide im Mittelpunkt [5].

Durch die steigende Leistungsfähigkeit heutiger Mähdrescher und den Strukturwandel in der Landwirtschaft gehen die Zahlen der jährlich verkauften Mähdrescher weiter zurück (1989 etwa 12000 in Europa, davon etwa 2000 in der Bundesrepublik Deutschland), die durchschnittlich vom Mähdrescher zu bearbeitende Erntemenge und die Gesamtdruschfläche nehmen mit abnehmendem Mähdrescherbestand weiter zu. In Bild 2 ist der Bestand an Mähdreschern in der Bundesrepublik als Summe der nach [6] jährlich verkauften Mähdrescher dargestellt. Außerdem ist die Bestandsentwicklung für eine angenommene



Bild 1: Mähdrescher 108 SL Maxi (Werkbild Claas)

Fig. 1: Combine 108 SL Maxi (Works photo Claas)

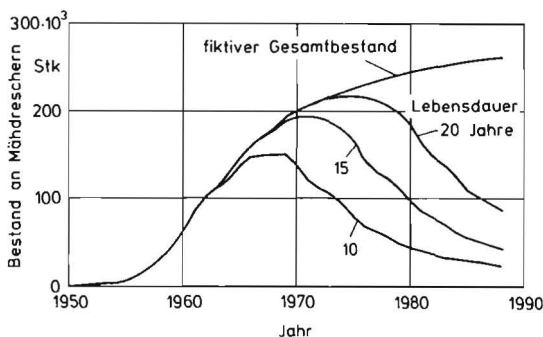


Bild 2: Geschätzter Bestand an Mähdreschern in der BRD

Fig. 2: Estimated number of combines in FRG

durchschnittliche Mähdrescher-Lebensdauer von 10, 15 und 20 Jahren angegeben. Verglichen mit den Angaben des Statistischen Jahrbuches mit einem Bestand von 148899 im Jahr 1987 ist von einer 20jährigen oder sogar längeren Lebensdauer auszugehen. Mit diesen Zahlen sind in Bild 3 Mähdruschfläche und Erntemenge pro Jahr aufgetragen. Bei einer Lebensdauer von 20 Jahren hatte jeder Mähdrescher durchschnittlich 60 ha/Jahr, bei einer Lebensdauer von 10 Jahren 210 ha/Jahr zu ernten, die entsprechenden Erntemengen sind 330 beziehungsweise 1160 t/Jahr mit einem Wert von 115500 beziehungsweise 406000 DM/Jahr (bei 35 DM/dt).

In der DDR wurden 1987 etwa 20000 Mähdreschereinheiten (1 MDE \triangleq 1 Mähdrescher mit einem Durchsatz von 5 kg/s, entspricht etwa dem E 512) eingesetzt, die durchschnittlich eine Ernte-

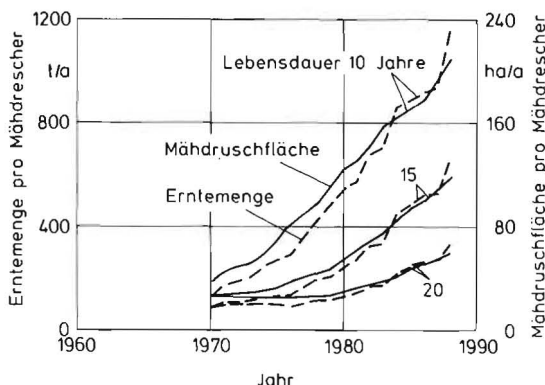


Bild 3: Jährliche durchschnittliche Mähdruschfläche und Erntemenge von Mähdreschern in der BRD

Fig. 3: Average acreage and amount of harvested crop per combine and year in FRG

fläche von je 130 ha/Jahr mit einer Erntemenge von 600 t/Jahr bearbeiteten [7; 8].

Zur Unkrautbekämpfung während der Getreideernte wird der Einsatz des Mähdreschers diskutiert, da ein Teil der Unkrautsamen den Mähdrescher auf relativ geringer Breite durchläuft. Durch Sammlung oder Vernichtung dieser Unkrautsamen kann eine Neuverseuchung der Ackerflächen eingeschränkt werden. Die Auswirkung auf die Unkrautpopulation hängt im wesentlichen vom Anteil der entzogenen Samen an den insgesamt gebildeten Samen und der Lebensdauer der Unkrautsamen im Boden ab [9].

Zur Leistungsbestimmung von Mähdreschern sollte ein Referenzmähdrescher mit eingesetzt werden, um die Einflüsse von Stoffeigenschaften und Erntebedingungen zu erfassen, und die gemessene Leistung in Bezug zu früheren Messungen setzen zu können [10; 11]. Zur Reduzierung dieses Aufwandes wird versucht, wesentliche Einflußgrößen und die Abhängigkeit der Mähdrescherleistung von diesen Einflußgrößen zu bestimmen [12 bis 16], um auf den Einsatz des Referenzmähdreschers verzichten zu können. Es wird darüber hinaus erwartet, mit diesen Kenntnissen weitere Grundlagen für eine Regelung der Mähdrescherorgane zu schaffen.

Dresch- und Trenntechnik

Während schüttlerlose Mähdrescher in Nordamerika einen großen Marktanteil (1988 etwa 40%) gewinnen konnten, dominieren in Europa weiterhin konventionelle Mähdrescher mit Tangentialdreschwerk und Hordenschüttler. Durch weitere Anpassungen an europäische Erntebedingungen (höhere Gutfeuchte und höherer NKB-Anteil) und an weitere Druschfrüchte durch geänderte Axialrotoren (Case IH) soll eine Verringerung des Leistungsbedarfs und eine Verminderung der Strohbeschädigung erreicht werden (Bild 4).

Durch die Untersuchungen von Wacker unter gleichen Bedingungen mit erntefrischem und eingelagertem Weizen sind die Einsatzbereiche von Axial- und Tangentialdreschwerken sowie deren Vor- und Nachteile nun deutlich abgrenzbar [17]. Ähnlich zu dem Arbeitskennfeld des Schlagleistendreschers, das 1962 von Wieneke zusammengestellt wurde [18], ist diese Information nun auch für Axialdreschwerke verfügbar [19].

Während die Messung der Gutbewegung (Gutbahn, axiale und tangentielle Gutgeschwin-

digkeiten) in Hohenheim an verschiedenen axial und tangential beschickten Axialdreschwerken mit Hilfe eines magnetischen Tracers durchgeführt wird, berichtet Gasparetto über Untersuchungen der Gutbewegung an einem Laverda MX Mähdrescher (tangential beschicktes Axialdreschwerk im Schneidisch) mit Hochgeschwindigkeitsaufnahmen [20].

Wegen der universellen Einsetzbarkeit des Tangentialdreschwerkes und des niedrigeren Leistungsbedarfs gegenüber dem Axialdreschwerk wird versucht, dessen Nachteile wie starker Anstieg der Verluste bei überhöhtem Durchsatz und höherer Kornbruch zu verringern. Roh [21] berichtet über Untersuchungen an einem Tangentialdreschwerk, bei dem der Dreschkorb durch fünf angetriebene, mit Korbleisten besetzte Rollen gebildet wird. Trotz einer hohen Trommelumfangsgeschwindigkeit von 40 bis 50 m/s wurde ein geringerer Bruchkornanteil und niedrigerer Leistungsbedarf festgestellt.

Die in den letzten Jahren erreichten Verbesserungen der Reinigungsanlagen durch zusätzliche Fallstufen und hangunabhängige Bauvarianten werden zunehmend auch in kleinere Mähdrescher-Modelle als Sonder- beziehungsweise als Serienausstattung angeboten. Eine Verbesserung der Siebleistung von Flachsieben stationärer Getreidereinigungsanlagen läßt sich nach Regge durch eine Längsprofilierung der Siebe bei allerdings erhöhtem Fertigungsaufwand erreichen, weil sich die Körner auf dem Sieb einheitlich ausrichten [22].

Die Bestimmung des Bruchkornanteils bei Mähdrescheruntersuchungen ist zeitaufwendig, wenn eine visuelle Methode eingesetzt wird, beziehungsweise ungenau, wenn eine Siebanalyse

vorgenommen wird. Neue Möglichkeiten zur Bruchkornbestimmung beziehungsweise Identifizierung von Körnern und allgemein auch zur Längenklassierung scheinen sich mit modernen Bildanalyseverfahren zu bieten [23 bis 26]. Ungeklärt ist allerdings noch das Problem aus der flächigen Erfassung des Bildanalyseystems auf den maßgeblichen, volumengeprägten Masseanteil des Bruchkorns zu schließen.

Mathematische Modelle

Zur Optimierung der Dresch- und Trennelemente ist eine Vielzahl von Versuchen, auch bei unterschiedlichen Klimabedingungen, mit erheblichem zeitlichen und finanziellem Aufwand notwendig. Obwohl die grundlegenden Zusammenhänge bekannt sind, ist es nahezu unmöglich, den Einfluß von konstruktiven Änderungen ohne begleitende Versuche abzuschätzen. Seit einigen Jahren wird deswegen versucht, durch die Entwicklung mathematischer Modelle das Dresch- und Trennverhalten von Mähdreschern nachzubilden, um die Auswirkungen von Änderungen simulieren zu können und damit letztlich den Versuchsaufwand zu reduzieren.

Neuere Arbeiten zur Modellbildung sind insbesondere aus USA und Kanada bekannt. Während sich die Arbeiten von Bjork [27] und Mailander [28] mit Axialmähdreschern befassen, beziehen sich die Arbeiten von Miles [29], Liu [30], Mahoney [31] und Newton [32] auf konventionelle Tangentialmähdrescher.

Mahoney bezieht in das Simulationsmodell auch die Stoffeigenschaften des Erntegutes mit ein, Newton geht insbesondere auf die Validierung des Modells ein. Diese Arbeiten stellen, ebenso wie die früheren Arbeiten, Ansätze zur Lösung dieses umfangreichen und komplexen Themas dar.

Informations- und Regeltechnik

Immer mehr Mähdrescher werden serienmäßig mit Kabinen ausgerüstet, wobei auch die Ansprüche an eine ansprechende Ausstattung der Kabine wachsen. Gute Sicht auf das Schneidwerk, Einbaumöglichkeiten für Klimaanlage, Radio und Funk sowie Behälter für Erfrischungen gehören schon zum Standard. Auch Hebel und Pedale werden ergonomisch günstiger gestaltet, und die Informationstechnik wird sinnfälliger. Nachdem Claas 1985 einen Multifunktionshebel vorgestellt hat, der dem Fahrer die Bedienung von



*Bild 4: Neuer Dresch- und Trennrotor
(Werkbild Case IH)*

*Fig. 4: New axialflow rotor
(Works photo Case IH)*

Schneidwerk, Haspel und Fahrgeschwindigkeit wesentlich erleichtert, sind zwischenzeitlich fast alle Hersteller mit ähnlich gestalteten Bedienelementen gefolgt (Bild 5). Die jeweils mit dem Hebel zu bedienenden Funktionen sind in **Tafel 1** zusammengefaßt.

Zur Anpassung an Bodenunebenheiten kann das Schneidwerk bei einigen Mähdreschern relativ zum Mähdrescher verschwenkt werden. Durch zwei mit Potentiometer gekoppelte Taster an den Schneidwerksaußenseiten erfolgt die Ausrichtung des Schneidwerks bis zu einer Schnitthöhe von 0,25 m durch ein elektro-hydraulisches Regelsystem (Deutz-Fahr). Ein elektronisches Steuergerät gibt entsprechende Signale an ein Magnetventil, das über einen oberhalb des Einzugskanals angeordneten Hydraulikzylinder das Schneidwerk parallel zum Boden ausrichtet.

Die Anwendung elektronischer Bauelemente zur besseren Information des Fahrers hat deutlich zugenommen [33]. Der Schwerpunkt dieser Entwicklung liegt zur Zeit vor allem im Bereich der Informationstechnik [34], jedoch fehlt noch ein einfacher, robuster und genauer Sensor zur Messung des Korndurchsatzes. Böttinger [35] erläutert verschiedene indirekte Verfahren wie beispielsweise die Messung des statischen Druckes unter dem Sieb oder die Berechnung

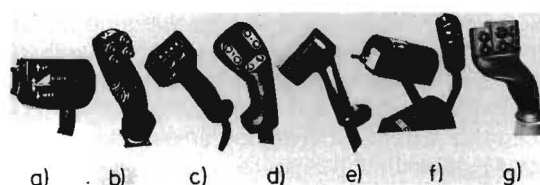


Bild 5: Betätigungshebel des Fahrtrientes mit integrierten Schaltfunktionen

Fig. 5: Speed control levers with integrated switches

- | | |
|---------------|---------------------|
| a) Case IH | e) Dronningborg |
| b) Claas | f) Ford-New Holland |
| c) John Deere | g) Fortschritt |
| d) Deutz-Fahr | |

des Durchsatzes aus dem Verlauf der Siebabscheidung. Wagner et al. [36] halten eine Durchsatzbestimmung über eine Wägung an einer Förder Schnecke für möglich. Sehr genau arbeiten Verfahren auf der Basis des Coriolis-Prinzips [37], sie sind jedoch noch sehr teuer.

Schneidwerke, Sonderausrüstungen

An die Ernte von Früchten wie Mais, Raps, Sonnenblumen, Dinkel, Sojabohnen kann der Mähdrescher durch Sonderausrüstungen angepaßt

Tafel 1: Mit Betätigungshebel schaltbare Funktionen

Table 1: Functions of control lever switches

		Fahrgeschwindigkeit	Schneidtisch auf/ab	Haspel auf/ab	Haspel vor/zurück	Haspel Drehzahl	Schneidtisch Absenkautomatik	Sonstiges
Case IH	a)	X	X	–	–	–	–	–
Claas	b)	X	X	X	–	–	X	Auflagedruckregelung ein/aus
John Deere	c)	X	X ¹⁾	–	–	–	X	Wahlschalter für Anzeigeeinrichtung
Deutz-Fahr	d)	X	X	X	X	–	X	–
Dronningborg	e)	X	X	X	X	X	–	Schneidwerk ein/aus
Ford-New Holland	f)	X	X	X	–	X	–	Schneidtisch Hangparallelverstellung
Fiata gri		X	X	X	X ²⁾	X ²⁾	–	Korntankentleerung ein/aus
Fortschritt	g)	X	X	X	X	–	–	–

¹⁾ Zwei Geschwindigkeiten ²⁾ in Kombination mit Fußschalter

werden. Für Mais und Raps liegen weitreichende Erfahrungen vor [38]. Nun wird versucht, auch Flachs mit dem Mähdrescher zu ernten. Auch in der Getreideernte bleiben noch Wünsche offen. Zeitaufwendig ist das An- und Abkoppeln breiter Schneidwerke. Geringhoff hat ein zusammenklappbares Schneidwerk entwickelt, das sich in kurzer Zeit von 4,8 m auf 3 m hydraulisch zusammenklappen läßt (Bild 6). Damit wird Straßenfahrt mit zulässiger Breite ohne gravierende Sichteinschränkung möglich.



Bild 6: Zusammenklappbares Getreideschneidwerk (Werkbild Geringhoff)

Fig. 6: Foldable header (Works photo Geringhoff)

Zur Verminderung des Durchsatzes an Nichtkornbestandteilen kann die Schnitthöhe größer gewählt werden. Dadurch wird auch die Verteilung des Häckselgutes hinter dem Mähdrescher besser [39]. Die Arbeiten am Stripper, der am AFRC in Silsoe entwickelt wurde und den Mähdrescher auch von Nichtkornbestandteilen entlastet, werden fortgeführt [40]. Als Alternative zum Mähmesser wurde erneut das Schneiden mit Wasserhochdruckstrahl am Beispiel des Schneidens von Zuckerrohr untersucht [41]. Es zeigte sich, daß das Schneiden mit Wasser zwar möglich, aber nicht für den Einsatz in mobilen Maschinen geeignet ist.

Die Ernte von Getreide in Entwicklungsländern erfolgt meist noch mit traditionellen Handgeräten.

Erleichterungen bei dieser körperlich schweren Arbeit sind zur Entlastung der Menschen, aber auch zur Verringerung der Ernteverluste dringend notwendig. Eine handgeführte Mähmaschine mit Bodenantrieb wurde in Silsoe entwickelt [42], ebenso ein Grassamenernter, der die Samen vom Halm abstreift [43]. Für höhere Leistungen sind Drescher mit Motorantrieb notwendig [44], bei weiter steigenden Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit führt die Entwicklung zu kleineren Mähdreschern.

□ Zusammenfassung

Mit 75 Mähdrescher-Modellen bieten acht Firmen in der Bundesrepublik eine breite Palette von Maschinen für die Getreideernte an. Durch einen verstärkten Einsatz von Informationssystemen und Regeleinrichtungen sowie durch gute Gestaltung des Fahrerplatzes wird die Arbeit des Mähdrescherfahrers weiter erleichtert.

Zunehmend werden auch in der Bundesrepublik größere Maschinen verkauft. Technische Fortschritte in der konstruktiven Ausbildung der Trennelemente und des Schneidwerkes führen zu einer weiteren Leistungssteigerung auch unter schwierigen Erntebedingungen. Durch moderne Rechentechnik (mathematische Modelle, Bildanalyse) und durch genauere Kenntnis der Einflüsse der Stoffeigenschaften des Erntegutes soll die Weiterentwicklung der Mähdrescher zukünftig vereinfacht werden.

□ Summary

With 75 models of combines 8 manufactures offer a wide range of grain harvesting machines in the FRG. The increased use of electronic control and information systems and well designed operating devices reduce the combine driver's stress. The number of bigger machines sold in the Federal Republic of Germany is increasing. Design improvements for the separating elements and the header help to increase machine performance also during difficult harvesting conditions. By using modern computer aided techniques (modelling, computer vision) and with improved knowledge of the influence of crop properties the development of combines will be easier in the future.

10.2 Körnertrocknung

Grain drying

W. Mühlbauer, Stuttgart

Allgemeines

Hohe Kosten für die Lohntrocknung, niedrige Preise beim Direktverkauf von feuchtem Getreide sowie lange Wartezeiten bei den Annahmebetrieben bewegen viele Landwirte dazu, trotz der derzeit niedrigen Getreidepreisen wieder verstärkt in Trocknungsanlagen zu investieren. Hinzu kommt, daß die zwischenzeitlich über 20 Jahre alte erste Trocknergeneration in den Mühlen, Lagerhäusern und bei den Genossenschaften durch leistungsfähigere Anlagen, mit denen auch Sonderfrüchte wie Raps, Sonnenblumen, Erbsen und Ackerbohnen getrocknet werden können, ersetzt werden muß [1].

Auf die strengere Handhabung der TA-Luft sowie die gestiegene Sensibilität der Anlieger bezüglich der Schallemissionen reagierten die Trockner- und Kühlgerätehersteller durch die Neuentwicklung von Abluftreinigungsanlagen und Schallschutzeinrichtungen. Keine Konsequenzen haben die Trocknerhersteller bislang allerdings aus den im letzten Jahr stark angestiegenen Heizölkosten gezogen. Die Verwendung erneuerbarer Energiequellen zur Wärmeerzeugung bei der Trocknung wird von den Herstellern derzeit nicht mehr in Erwägung gezogen.

Computer werden nunmehr auch bei Trocknungsanlagen verstärkt zur Regelung und bei Erfassungsbetrieben zur Beschleunigung der Annahme und Kontrolle des lagernden Getreides eingesetzt. Zur Reduzierung der erheblichen Planungskosten wurden Computerprogramme für die Ausarbeitung der Angebote entwickelt. Mit diesem können Lagerungseinrichtungen, Trocknungsanlagen und die für den automatischen Betriebsablauf notwendigen Förderaggregate schnell und kostengünstig, entsprechend den Wünschen der Landwirte, gezeichnet und den jeweiligen baulichen Gegebenheiten angepaßt werden.

Kaltlufttrocknung

Weiter auf dem Vormarsch ist die Kaltlufttrocknung in den landwirtschaftlichen Betrieben. Trotz einiger Rückschläge durch falsche Auslegung

und Fehlbedienung setzt sich dieses kostengünstige Konservierungsverfahren immer mehr durch. Untersuchungen über das Sorptions- und Trocknungsverhalten der verschiedenen Getreidearten sowie über das Mikroorganismenwachstum [2 bis 6] brachten wichtige Erkenntnisse für Hersteller und Betreiber bezüglich des erforderlichen Luftdurchsatzes in Abhängigkeit von Feuchtegehalt und Schütthöhe.

Fließbrinnenentleerung von Rechteckbehältern gilt inzwischen als Stand der Technik. Um eine weitere Verbreitung nicht einzuschränken, sind Maßnahmen zur Reduzierung der Staubbelaastung beim Entleeren eine wichtige Aufgabe für die Hersteller der Anlagen. Befahrbar Düsenbleche zur Abdeckung von Unterflurkanälen erleichtern das Befüllen und Entleeren von Flachlagern mit Front- oder Radladern. Um Beschädigungen der Belüftungskanäle bei der Entleerung zu vermeiden, wurden von Waltinger Kanäle in Teleskopbauweise entwickelt, die an einem Drahtseil mit dem Schlepper oder einer Seilwinde aus der Körnerschüttung gezogen werden können.

Als Alternative zu den bislang fast ausschließlich zur Kaltlufttrocknung eingesetzten elektrischen Lufterhitzern werden von Alfa Laval Wärmepumpen angeboten, mit denen bei Umluftbetrieb die Trocknungsluft zunächst entfeuchtet und anschließend erwärmt wird. Über Thermostaten und Hygrostaten wird dabei die Trocknungsluft so konditioniert, daß sowohl eine Überrocknung an der Lufteintrittsstelle als auch Kondensatbildung im oberen Teil der Schüttung vermieden wird. Für kommerziell betriebene Flachlager werden als Alternative zu Körnerkühlgeräten verstärkt Belüftungsaggregate eingesetzt, mit denen sowohl belüftet als auch getrocknet und homogenisiert werden kann. Neben ölbeheizten Lufterhitzern werden neuerdings auch Geräte angeboten, bei denen die Trocknungsluft mit einer Warmwasserbereitungsanlage erwärmt wird (Bild 1). Zur Reduzierung des Energieeinsatzes wird das Gebläse beim Belüften nur dann in Betrieb gesetzt, wenn die Umgebungstemperatur unter der Temperatur der Getreideschüttung liegt. Dadurch wird eine maximale Kühlwirkung bei minimalem Energiebedarf erreicht.

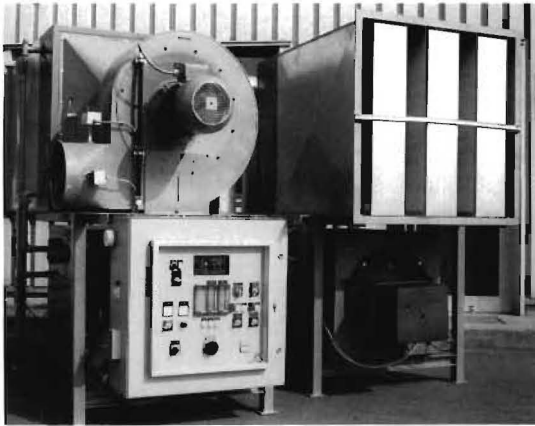


Bild 1: Belüftungsaggregat mit Heizkessel und Schalldämpfer (Werkbild BayWa)

Fig. 1: Air conditioning unit with heating boiler and sound absorber (Works photo BayWa)

Günstige Perspektiven werden der Kaltlufttrocknung auch in tropischen und subtropischen Regionen eingeräumt. In Korea wurden im Rahmen eines Entwicklungsprojektes über 50 000 Kaltlufttrocknungsanlagen für Reis in kleinen landwirtschaftlichen Betrieben verbreitet [7]. Erste Versuche mit geringfügig vorgewärmter Luft brachten auch in humiden Regionen erfolgversprechende Ergebnisse, die durch Simulationsrechnungen für andere Standorte bestätigt werden konnten [8; 9].

Warmlufttrockner

Bei den mit Warmluft betriebenen Ruheschicht- und Umlauftrocknern [10] setzt sich die bereits in den letzten Jahren beobachtete Tendenz zu Dächertrocknern fort. Flachrockner, Zentralrohr- und Querbelüftungstrockner werden nur noch vereinzelt angeboten. Um auch die Trocknung des Getreides im Auslaufrichter der Dächertrockner zu ermöglichen, werden von einigen Herstellern in dem Trichter zusätzliche Dächer angeordnet beziehungsweise zwischen dem Auslaufrichter und der ersten Dachreihe der Trocknungszone werden Absperrklappen eingebaut. Absperrschieber für einzelne Dachreihen ermöglichen auch die Trocknung kleiner Partien.

Um die wesentlich strenger gehandhabten Vorschriften der TA-Luft einhalten zu können, hat Seemüller für den Doppelschacht-Querstromumlauftrockner einen Staubabscheider entwickelt (Bild 2), mit dem das Trocknungsgut während des

Umlaufes an der Umlenkstelle des Rohrkettenförderers soweit gereinigt wird, daß der Staubgehalt der Abluft unter 20 mg/cbm liegt. Riela hat den Zentralrohr-Umlauftrockner vollständig ummantelt und führt die Abluft mit einem Sammelkanal ins Freie.

Rietberg hat für die Querstrom-Schachttrockner eine Mischeinrichtung entwickelt (Bild 3), die eine gleichmäßigere Trocknung ermöglicht. Hierzu wurde ein Zellenrad in die Mitte der Trocknungszone eingebaut, mit der das Gut durchmischt wird. Dies hat zudem den Vorteil, daß die Trocknungsluft um 10 K erhöht werden kann, wodurch gleichzeitig auch die Trocknungsleistung ansteigt, ohne daß es zu einer Verschlechterung der Produktqualität kommt.

Das Fließverhalten der Körnerschüttung und damit die Gleichmäßigkeit der Trocknung wird bei

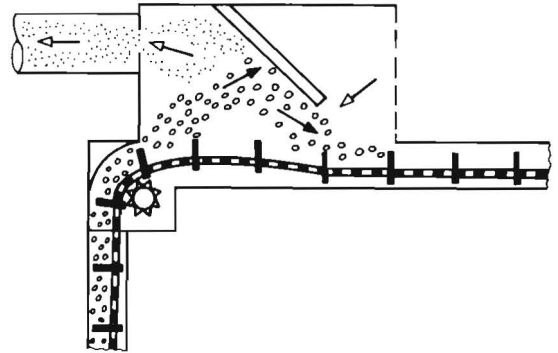


Bild 2: Staubabscheider für Doppelschacht-Querstromumlauftrockner (Werkbild Seemüller)

Fig. 2: Dust separator for recirculating cross-flow dryer (Works photo Seemüller)

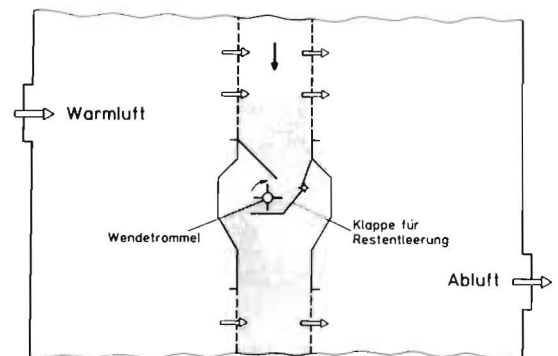


Bild 3: Mischeinrichtung für Querstromdurchlauftrockner (Werkbild Rietberg)

Fig. 3: Mixing unit for cross-flow dryer (Works photo Rietberg)

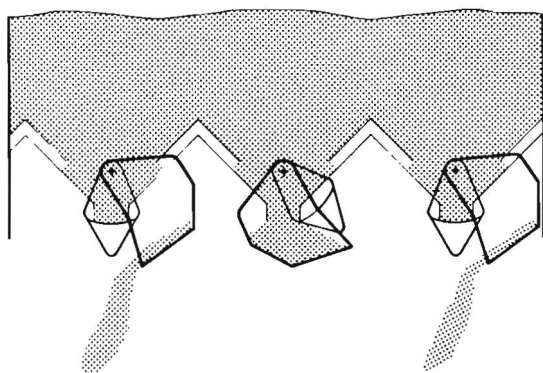


Bild 4: Austrageinrichtung mit volumetrischer Dosierung (Werkbild Cimbria)

Fig. 4: Discharge unit with volumetric feed (Works photo Cimbria)

den Dächerschachtdurchlauftrocknern wesentlich von der Form und Anordnung der Dächer sowie der Austrageinrichtung bestimmt. Obwohl den Herstellern die Probleme des ungleichmäßigen Kornflusses hinreichend bekannt sind, werden nach wie vor Luftkanäle eingebaut, die aufgrund der ungünstigen Form keinen gleichmäßigen Kornfluß garantieren. Als Alternative zu den bislang eingesetzten Schub- und Pendelaustrageinrichtungen bietet Cimbria eine volumetrische Austrageinrichtung an (Bild 4), die sowohl eine gleichmäßige Dosierung, eine Regelung des Durchsatzes als auch einen Schnellaustrag erlaubt. Um Verstopfungen bei schwer fließenden Produkten wie feuchtem Körnermais, Sonnenblumen und Leguminosen zu vermeiden, hat Liese die Intervallsteuerung der Austrageinrichtung auf kontinuierlichen Betrieb umgestellt.

Große Anstrengungen werden derzeit sowohl von Forschungsinstituten als auch von den Trocknerherstellern gemacht, den Betriebsablauf bei Durchlauftrocknern zu automatisieren [10]. Rietberg und Happle setzten zur Steuerung der Durchlauftrockner Personal Computer ein, welche nach Angaben der Hersteller das Befüllen und Entleeren des Trockners, das Anfahren bei Sortenwechsel oder bei Unterbrechungen des Trocknerbetriebes, das Abschalten sowie die

Regelung des Endfeuchtegehaltes übernehmen. Bei Rietberg kann mit der Computersteuerung zusätzlich die Kühlzone bei niedrigem Feuchtegehalt der Körner vergrößert und bei hohem Feuchtegehalt automatisch verkleinert werden. Dadurch kann die Leistungsfähigkeit des Trockners besser ausgenutzt werden.

□ Zusammenfassung

In den landwirtschaftlichen Betrieben werden Flach- und Zentralrohtrockner immer mehr von Kaltlufttrocknern verdrängt. Durch witterungsabhängige Steuerung beziehungsweise Regelung von Heizung und Ventilator kann der Energiebedarf weit unter die bei Warmlufttrocknern üblichen Werte reduziert werden. Zur Trocknung von Körnerfrüchten mit Feuchtegehalten über 20% werden neuerdings bevorzugt Umlauftrockner eingesetzt, mit denen die Körner gleichmäßig und energiesparend auf lagerfähigen Zustand getrocknet werden können. Verbesserte Abscheider erlauben die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften bezüglich der Emission von Staub bei Umlauf- und Durchlauftrocknern. Zur Automatisierung des Betriebsablaufes bei Durchlauftrocknern wird von den Herstellern intensiv an der Weiterentwicklung mikroprozessorgesteuerter Regelungsanlagen gearbeitet.

□ Summary

For on-farm application flat bed dryers and column batch dryers are increasingly replaced by low-temperature in-storage drying systems. Using weather controlled management procedures for heating and ventilation allows to reduce the energy consumption far below the usual values of high temperature dryers. Recently grains with moisture contents above 20% w. b. are dried using recirculating batch dryers which allow uniform and energy saving drying towards storage conditions. Improved dust separators enable to meet the legal regulations concerning dust emission. Dryer manufacturers take increased effort for the development of microprocessor controlled automated continuous-flow dryers.

11. Hackfruchternte

Root crop harvesting

11.1 Kartoffelernte

Potato harvesting

A. Specht, Dethlingen

Die Kartoffelernte in den kartoffelbauenden Industrieländern ist heute geprägt von hochentwickelten Sammelerntemaschinen, die auf fast allen Bodenarten und Einsatzbedingungen annähernd verlustlos roden und sammeln können. Nicht zuletzt haben dazu die Verbesserung der Anbautechnik und die Kartoffelzüchtung beigetragen. Nur auf kleinen Anbauflächen und auf Versuchs- und Zuchtfeldern werden die Kartoffeln noch von Hand aufgelesen. Für dieses Verfahren stehen Schleuder- und Vorratsroder zur Verfügung, wobei vor allem die zweireihigen Vorratsroder durch ihre universelle Einsatzmöglichkeit wieder an Bedeutung gewonnen haben [1 bis 4].

Direktes Ernteverfahren

Überwiegend werden die Kartoffeln noch nach dem direkten Verfahren geerntet [5; 6]. Der ziehende Schlepper spreizt ein oder zwei Reihen. Der Roder nimmt den Kartoffeldamm mit einem über Dammrollen der Tiefe nach geführten Rodeschar auf. Das Fahren des Schleppers und des Roders in den Furchen ist heute selbst bei einer Reihenweite von 75 cm nicht mehr problemlos, da schon zehn Zoll breite Reifen Kluten bilden, die in die Erntemaschine gelangen, und Kartoffeln gequetscht werden können. Eine fast berührungslose Dammaufnahme ist bisher nur mit zweireihigen Selbstfahrrn möglich, besonders dann, wenn sich die Laufräder des Roders hinter dem Rodeschar und außerhalb der Kartoffeldämme befinden. Da der Übergang zur nächsten Reihenweite 90 cm mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, wurden die einreihigen Sammelroder mit seitlicher Dammaufnahme entwickelt, die in den letzten Jahren stark zugenommen haben.

Als Rodeschare werden fast ausschließlich Blattschare mit seitlich angeordneten Scheiben-sechen verwendet. Die seitliche Einstellung der Rodeschare und die Lenkung der Laufräder wird in zunehmendem Maße hydraulisch vorgenommen. Die Absiebung des Bodens erfolgt heute ausschließlich auf Siebketten mit Vollstäben. In Europa werden fast ausschließlich Gummistrangriemen verwendet, die endlos sein können oder mit verschiedenartigen Verbindern ausgestattet sind. Die lichten Weiten variieren je nach den Knollengrößen zwischen 22 und 30 mm.

Mit wenigen Ausnahmen wird bei den Sammelrodern ein Siebkettenanstieg von 20° eingehalten. Diese Grenze sollte aber eher unter- als überschritten werden, da sonst die Knollen und Steine zum Zurückrollen neigen. Siebkettenüberzüge wurden früher zur Verringerung der Knollenbeschädigungen entwickelt. Heute werden sie jedoch im wesentlichen zur Veränderung der lichten Weiten bei endlosen Siebketten benutzt.

Die Siebkettengeschwindigkeit sollte im Hinblick auf die Knollenbeschädigungen und die optimale Siebleistung 1,5 m/s nicht wesentlich überschreiten. Das Einhalten einer niedrigen und gleichmäßigen Siebkettengeschwindigkeit wird sowohl durch die bei einigen Rodern mögliche Abstufung der Antriebsgeschwindigkeit als auch durch den Einsatz leistungstarker Schlepper, die insbesondere für den Transport des Roders mit gefülltem Bunker an den Standwagen notwendig sind, begünstigt.

Von besonderer Bedeutung sind die Rüttel- und Klopfeinrichtungen der Sieb- und Krautkette, da sie bei unsachgemäßer Handhabung für einen großen Teil der Knollenbeschädigungen verantwortlich sind. Diese Einrichtungen sollten nur

aktiviert werden, wenn genügend Erdpolster vorhanden ist. Eine verbesserte Anpassung an die Siebbedingungen und eine erhebliche Bedienungserleichterung kann durch eine elektrische oder hydraulische Verstellung erreicht werden.

Bei der Krauttrennung ist die Bedeutung der Zupfwalze (Bild 1) als alleiniges Trennelement stark zurückgegangen, da ihre Leistungsfähigkeit nicht mehr befriedigt und die Beschädigungsgefahr für die Kartoffeln bei einer weiten Einstellung auch zu hoch ist. Heute gibt es mit der weitmaschigen und der engmaschigen Krautkette im wesentlichen nur noch zwei konkurrierende Krauttrennsysteme. Dabei hat die weitmaschige Krautkette mit den steigenden Qualitätsanforderungen wieder an Bedeutung gewonnen, zumal es gelungen ist, das grobe Kraut ebenso gut wie bei der engmaschigen Krautkette abzutrennen. Es bleibt allerdings die Abtrennung des feinen Restkrautes, das bei der weitmaschigen Krautkette mit den Kartoffeln durch die Maschen fällt. Die engmaschige Krautkette wurde durch spezielle Polsterungen ebenfalls weiter verbessert, so daß bei richtiger Einsatzweise das Beschädigungsniveau des Erntegutes niedrig gehalten werden kann.

Nach der Krautabtrennung erfolgt der Hochtransport des Rodegutes überwiegend durch Hubräder, die quer oder längs zur Fahrtrichtung angeordnet sein können. Bei den größeren Rodern finden Ringelevatoren Verwendung, die mit ihren senkrechten Förderwegen eine bessere

Unterbringung der Trenneinrichtungen erlauben. Daneben werden heute auch schon ein- und zweireihige Roder mit einseitigen Elevatoren ausgerüstet. Den Verzicht auf einen Steiltransport haben erst die Sammelroder mit seitlicher Dammaufnahme ermöglicht. Unter Inkaufnahme nicht immer günstiger Verleseplätze konnten mit Hilfe eines Senkrechttransportes oder hoher Anlenkpunkte des Sammelbunkers Förderwege im Roder erheblich verkürzt und Fallstufen eingespart werden. Die DLG-Prüfungen [4] dieser Seitenroder haben eine wesentlich geringere Beschädigungsgefahr gegenüber den bisherigen Roderbauarten aufgezeigt.

Die Trenneinrichtungen zum Abtrennen der Restbeimengungen wie Erde, Steine und Kluten haben sich vor allem zur Kombination von Gummifingerband und starren oder rotierenden einfachen und mehrfachen Abstreifern entwickelt. Einen großen Fortschritt brachten dabei die Abstreifer (Bild 1), deren Abstand zum Gummifingerband sich im Laufe der Bewegung kaum veränderte. Dadurch wird eine fast vollständige, verlustlose Beseitigung der Resterde und eine weitgehende Zerstörung der Kluten ermöglicht. Bei großfallenden Sorten kann zudem eine gute Abtrennung der kleinen Steine erreicht werden. Übersteigt der Steinanteil im Erntegut ein Drittel der Kartoffelmenge, sind spezielle Trennaggregate, die meistens aus Bürstenwalzen oder Bürstenbändern bestehen, wirksamer, aber auch wesentlich kostspieliger. Hier stellt sich die Frage, ob es nicht besser ist, den Steinanteil im Boden durch eine vorherige Entsteinung so zu mindern, daß einfache Trenneinrichtungen ausreichen. Den höchsten Wirkungsgrad zeigten bisher elektronische Trennanlagen, die eine Trennung nach physikalischen Eigenschaften, wie unterschiedlicher Strahlenabsorption oder unterschiedlichem Reflexionsvermögen, vornehmen.

Der anschließende Verlesebereich besteht zu meist aus zwei getrennten Verleseketten für das Erntegut und die ausgesonderten Beimengungen. Die aus Kostengründen rapide abnehmende Zahl an Lesepersonen hatte dabei zur Folge, daß den Arbeitsplätzen auf den Rodern bei der Ausgestaltung häufig nicht die Aufmerksamkeit gewidmet wurde, die ihnen eigentlich zukommt. Auch Schutzeinrichtungen gegen Sonne und Regen sind noch selten, obwohl die Kartoffeln besonders gegen Regenwasser sehr empfindlich sind.

Die Ablage der Kartoffeln in Kleinbehälter wie Kisten oder Körbe geht immer mehr zurück. Über-

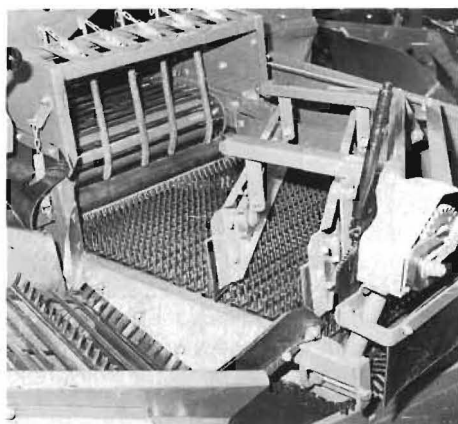


Bild 1: Zupfwalze und Kombination von Mehrfach-abstreifer mit einem Gummifingerband

Fig. 1: Halm separating roller and multiple deflector with a rubber finger web



Bild 2: Einreihiger Sammelroder mit seitlicher Dammaufnahme

Fig. 2: One-row off-set harvester

wiegend dienen Kippbunker und Rollbodenbunker als Sammeleinrichtungen, wobei der Rollbodenbunker bevorzugt wird. Die Ablage auf den nebenherfahrenden Wagen gibt es nur bei großen Anbauflächen. Zur Unterbrechung der Fallhöhe im Sammelbunker finden vielfach Segeltücher, bei den Rollbodenbunkern Gummistrippen und schmale Kunststoffstreifen Verwendung. Neuerdings werden auch elektrische Stellmotoren zum Absenken der Beschickungsbänder für den Sammelbunker angeboten.

Das Fassungsvermögen der Kippbunker ist mit etwa 1,8 t begrenzt, während es inzwischen Rollbodenbunker mit einem Fassungsvermögen bis zu 4,5 t gibt. Schnell gesteigert hat sich in den letzten Jahren aber auch die Größe der Transportfahrzeuge. So werden heute Überladehöhen von mehr als 3 m gefordert, die zu neuen Lösungen wie mechanisch oder hydraulisch höhenverstellbaren Bunkern geführt haben.

Rodertypen [7]

Bei den einreihigen Sammelrodern lassen sich grundsätzlich Roder der unteren, mittleren und höchsten Leistungsklasse unterscheiden. Dabei ist die Zahl der Varianten bei der oberen Leistungsklasse am höchsten. Die Roder mit mittiger Dammaufnahme haben inzwischen stark abgenommen. Dafür haben die Seitenröder in allen Leistungsklassen stark zugenommen (Bild 2). Zweireihige Wagenröder (Bild 3) gibt es überwiegend im Ausland. In vielen Fällen wird eine Verlesemöglichkeit gefordert, da vor allem Mutterknollen und angefaulte Knollen ausgelesen



Bild 3: Zweireihiger Sammelroder mit Verleseband

Fig. 3: Two-row harvester with sorting table

werden müssen. Auch zwei- und vierreihige Bunkerroder wie besonders die Selbstfahrer haben aus Kostengründen nicht die erwartete Verbreitung finden können. Das Sammeln im Bunker wird aber nach wie vor als großer Vorteil angesehen, da der Personenaufwand gering ist und auch weniger Druckschäden auf dem Feld entstehen.

Das geteilte Ernteverfahren [8 bis 10]

Das geteilte Kartoffelernteverfahren befindet sich noch in einer intensiven Weiterentwicklung. Es ist nichts anderes als die Fortsetzung des Ernteverfahrens mit dem zweireihigen Vorratsroder, das in Europa nur ein Jahrzehnt Bedeutung hatte und eine bisher kaum erreichte Kartoffelqualität hervorbrachte. Die schnelle Abtrocknung auf dem Feld, verbunden mit einer erheblichen Erwärmung der Knollen führt vor allem zu sauberen und hellen Knollen mit geringer Empfindlichkeit gegen Beschädigungen.

Inzwischen gibt es zwei- und vierreihige Schwadleger (Bild 4) unterschiedlicher Leistungsklassen ohne und mit Krauttrennung. Dar-



Bild 4: Vierreihiger Schwadleger (Werkbild)

Fig. 4: Four-row windrower (Works photo)

über hinaus gibt es auch die Möglichkeit, mit einem zweireihigen Schwadleger vier Reihen nebeneinander oder zusammen zu legen. Grundlegende Bedeutung für die Leistungsfähigkeit des geteilten Ernteverfahrens hat vor allem die Schwadunterlage und der Krautanteil. Nur ein ebener, möglichst leicht angedrückter Boden ermöglicht eine flache und verlustarme Schwadaufnahme. Inzwischen wurden Andrückwalzen und Leiteinrichtungen entwickelt, die eine saubere und scharf abgegrenzte Schwadablage ermöglichen. Der Kraut- und Unkrautanteil muß möglichst gering sein. Bewährt hat sich das Krautabschlagen auf eine Reststengellänge von 20 bis 25 cm.

Für die Aufnahme des Schwades gibt es in Europa die ersten Spezialmaschinen. Bewährt haben sich bisher die Seitenroder und zweireihigen Sammelroder. Bei der Kombination von einem zweireihigen Schwadleger und einem Seitenroder konnte der Anteil beschädigter Knollen im Vergleich zum direkten Ernteverfahren halbiert werden [11]. Zweireihige Schwadsammler setzen einen vierreihigen Schwad voraus, damit auch hier eine wesentliche Minderung des Anteils beschädigter Knollen durch eine hohe Belegungsdichte möglich wird. Die Schwadaufnahme geschieht überwiegend durch Austausch des Rodeschares gegen eine angetriebene Aufnahmewelle (Bild 5). Zusätzliche Förderketten verbessern den Transport.

Nach umfangreichen Erfahrungen haben sich unter den hiesigen Boden- und Klimabedingungen nachstehende Vor- und Nachteile herausgestellt.

Vorteile

- Erhaltung der originalen Schalenfarbe. Wesentlich geringere Verschmutzung der Knollen und damit auch geringere Infektionsgefahr
- Abtrocknung der Schale, Schließen der Atmungsöffnungen
- Verminderte Infektions- und Beschädigungsgefahr bei der Nacherntebehandlung
- Geringere Knollenbeschädigungen durch Ausnutzung der Temperaturerhöhung im Kartoffelschwad
- Leichte Absiebung des im Schwad befindlichen Bodens
- Weniger Bodendruckschäden

- Der schwere Sammelroder befährt nur einen Teil des Feldes
- Das gleiche gilt für nebenherfahrende Transportfahrzeuge
- Höhere Flächenleistung und damit höhere Schlagkraft für die Ausnutzung günstiger Witterungsbedingungen
- Geringere Verschmutzung bei der Einlagerung oder sofortigen Aufbereitung und damit bessere Lagerfähigkeit
- Weitgehender Verzicht auf die Abtrocknungsbelüftung und damit Energieeinsparung
- Erhebliche Verbesserung der Lagerfähigkeit für die Langzeitlagerung
- Möglicher Verzicht auf das Waschen oder Bürsten der Knollen und beim Waschen verringerter Wasserverbrauch.

Nachteile

- Der Boden muß fast stein- und klutenfrei sein
- Der Acker muß unkrautfrei und das Kartoffelkraut darf nicht länger als 20 bis 25 cm sein
- Es muß die Wetterlage berücksichtigt werden
- Je dicker der Schwad, umso schwieriger gestaltet sich das Abtrocknen
- Bei starker Erwärmung kann Abkühlungsbelüftung notwendig werden



Bild 5: Schwadaufnahmeeinrichtung mit Aufnahmewelle

Fig. 5: Swath pick-up with pick-up shaft

- Die Kartoffeln im Schwad sind frost-, hitze- und lichtgefährdet.

Neu ist das geteilte Ernteverfahren zur Produktion gesunden [12] und schalenfesten Pflanzgutes. Die im Schwad abgelegten Kartoffeln werden wieder zugedeckt und erst nach ausreichender Schalenfestigkeit wieder aufgenommen. Die Gesundheitswirkung liegt in der vorzeitigen Trennung der Knollen von Wurzeln und Kraut.

□ Zusammenfassung

Die Kartoffelernte in den kartoffelbauenden Industrieländern ist gekennzeichnet durch die Zunahme der einreihigen Roder mit seitlicher Dammaufnahme und des geteilten Ernteverfahrens mit Schwadlegern und Schwadsammlern. Verbesserung des Erntegutes und Steigerung der Flächenleistung sind dabei die vorrangigen Ziele. Der Einsatz der mehrreihigen angehängten Sammelroder und Selbstfahrer erstreckt sich auf

große Flächen und beimengungsarme Bedingungen. Detailentwicklungen sind zentrale Bedienung der Rütteleinrichtungen, Verringerung der Roll- und Fallstrecken und Verbesserung der Sieb- und Trenneinrichtungen.

□ Summary

Potato harvest in the industrial potato countries is marked by the increase of the one-row offset harvesters and the two-stage harvesting method with windrowers and lifters for collection. Quality improvement of the potatoes and the increasing of the capacity are the main aims. The use of the multi-row attached and self-propelled harvesters is focussed on large fields and conditions without stones and clods. Development in detail are the central control of the shaker equipment, reducing the moving and falling lines and improvement of the sieving and separation equipment.

11.2 Zuckerrübenernte

Sugar beet harvesting

A. Zühlsdorff, Broistedt

Die Zuckerrübenanbaufläche in der Bundesrepublik Deutschland betrug im Jahr 1989 392 000 Hektar (Vorjahr 385 000) [1].

Aufgrund günstiger Entwicklung des Weltmarktes für Zucker ist die Anbaufläche in 1990 EG-weit um etwa 10% [2], in der Bundesrepublik auf etwa 415 000 Hektar gesteigert worden. Nach wie vor gehören Zuckerrüben zu den finanziell interessantesten Früchten der Landwirtschaft. Die Aussaat des pillierten Zuckerrübensaatzgutes erfolgt überwiegend auf Endabstand. Aussaat, Pflege und Ernte könnten heute handarbeitslos durchgeführt werden.

In der Zuckerrübenernte haben sich der jeweiligen Agrarstruktur und den Anbaumethoden einzelner Länder entsprechend unterschiedliche Ernteverfahren und Maschinensysteme heraus-

gebildet. So hat die Großflächenwirtschaft der Comecon-Staaten zu anderen Maschinentypen geführt als bäuerliche Strukturen, wie sie beispielsweise in der Bundesrepublik anzutreffen sind.

Typische Maschinen für die osteuropäische Großflächenwirtschaft sind der in der CSFR hergestellte selbstfahrende sechsstufige Köpflader ORCS 6 (Bild 1) und der dazugehörige, in Koproduktion zwischen der DDR und der UdSSR in Ternopol/Ukraine hergestellte sechsstufige Rodelader KS 6 (Bild 2). Beide Maschinen fördern das Erntegut auf nebenherfahrende, schleppergezogene Wagen oder Lkw, was zu hoher Druckbelastung und langfristiger Schädigung des Ackers und daraus resultierenden Ertragseinbußen führt [3].



Bild 1: Tschechischer Köpfer ORCS 6

Fig. 1: ORCS 6 Beet Topper from Czechoslovakia



Bild 2: DDR/UdSSR Rodelader KS 6

Fig. 2: KS 6 Loading Beet Lifter from GDR/USSR

Dort, wo außerhalb des Comecon sechsstreihige Erntetechnik eingesetzt wird, gibt es keine separaten Köpfmaschinen wie die vorgenannte ORCS 6. Köpfen und Roden der Rüben wird stets in einem Arbeitsgang erledigt. In der bäuerlich strukturierten Landwirtschaft beispielsweise der Bundesrepublik, Österreichs, Dänemarks, Schwedens und der Schweiz dominieren den kleineren Flächen entsprechende schleppergezogene Bunkerköpfröder [4]. In stetiger Entwicklung vollzieht sich die Ablösung der früher meist verwendeten einreihigen Maschinen durch zweireihige (Bild 3) und in jüngster Zeit auch dreireihige Bunkerköpfröder.

In der Bundesrepublik nimmt bei meist überbetrieblicher Nutzung aber auch der Einsatz sechsstreihiger Erntetechnik zu, wobei die höchste Arbeitsproduktivität mit selbstfahrenden Einmann-Bunkerköpfrödern erzielt wird (Bild 4). Zur Zeit werden etwa 40% der Fläche mit einreihigen, 30% mit zweireihigen und 30% mit sechsstreihigen Maschinen geerntet.

Entwicklungsschwerpunkte bei den Maschinen in der Bundesrepublik liegen im Bereich der Rode- und Reinigungsorgane, deren Funktions-

sicherheit und Effizienz und, wegen immer größerer Bunkereinhalte der Maschinen, bei den Fahrwerken und den Systemen Maschinenmasse/Fahrwerk/Boden [5].

Eine wesentliche Verringerung des Erdanteils der gerodeten Zuckerrüben wird angestrebt, um Transport- und Deponiekosten und den Verlust von Mutterboden zu minimieren und auch, um die Gefahr der Verschleppung von Krankheiten der Rübe vorzubeugen.

Fortschritte brachten in dieser Richtung Neuentwicklungen im Bereich der Rodeeinrichtung mit nachgeschalteter erster Reinigung (Bild 5), mit denen sowohl eine Selbstansteuerung des Flächenschabes an die Rüben als auch eine extreme Auflockerung des Boden-/Rübenmischungs und daher eine hohe Erdscheidung erreicht wird. Auch werden zunehmend weitere, in ihrer Intensität einstellbare Nachreinigungssysteme im Rübenellevator eingesetzt, um bereits in den



Bild 3: Zweireihiger Roder Kleine

Fig. 3: Two row Beet Lifter from Kleine



Bild 4: Sechsstreihiger SF-Roder ROPA

Fig. 4: ROPA Self-propelled Six Row Beet Lifter



Bild 5: Rotalift Einzelschwinger V 202

Fig. 5: V 202 with oscillating lifting shares and Rotalift

Erntemaschinen eine weitestgehende Reinigung der Rüben und Abtrennung des abgereinigten Bodens zu erreichen.

Ferner wird an der Peripherie der eigentlichen Rübenerte vermehrt Reinigungs- und Verlade-technik mit hoher Abreinigungsintensität eingesetzt, vor allem in Verbindung mit großen Abfuhrkapazitäten. Dies geschieht vor allem dort, wo verstärkt sechsreihige Rodetechnik im Einsatz ist, bei der aufgrund des hohen Massedurchsatzes die Reinigung in der Maschine nicht immer ausreicht.

Durch die Optimierung der Fahrwerke der Erntemaschinen sollen in erster Linie bleibende Bodenschädigungen vermieden, aber auch die Abreinigung von Boden und die Energiebilanz verbessert werden.

Bodenschädigungen führen zu erhöhten Kosten bei der Bodenbearbeitung, schlechterer Ausnutzung von Dünger und Pflanzenschutzmitteln und Ertragsdepressionen. Der Einsatz von Breitreifen mit niedrigem Innendruck verringert diese schädlichen Einflüsse auf den Boden. Jedoch setzen bauliche Einschränkungen in den Maschinen und die Straßenverkehrsgesetzgebung dem Einsatz von Breitreifen Grenzen.

Mit neuartigen Raupenlaufwerken kann die Beanspruchung des Bodens auch bei den hohen Gewichtsen, wie sie sich bei der Abfuhr von Zuckerrüben ergeben, gemindert werden [6]. Nachteilig ist der höhere Bauaufwand des Raupenlaufwerks. Breitere Erfahrungen über Be-

triebssicherheit und Verschleiß liegen für diesen Einsatzfall noch nicht vor.

Bodenschonung und Verbesserung der Rentabilität des Rübenbaus haben auch neue Anbausysteme für Zuckerrüben zum Ziel, die sich zum Teil bereits in der Praxis bewährt haben [7]. Hierbei wird mit variablen Reihenabständen gearbeitet, so daß Fahrgassen für die Bearbeitung des Bestandes entstehen, ausreichend auch für mit Breitreifen ausgerüstete Erntemaschinen. Ertragssteigerungen konnten nachgewiesen werden.

Während im Bereich der Rode- und Reinigungsorgane und bezüglich der weiteren Verminderung von Bodenschäden noch erheblich weitere Entwicklungsarbeit und Fortschritte zu erwarten sind, scheint die Entwicklung im Bereich der Köpffaggregate abgeschlossen.

Bei mehrreihigen Köpfen überwiegt wegen der geringen Störanfälligkeit der Schlegelköpfe. Auch nimmt die Verwendung der Blätter als Viehfutter ständig weiter ab, was allgemein zu vereinfachten Köpffaggregaten führt. Diese Tendenz wird sich mittelfristig dort fortsetzen, wo, wie im Comecon, heute noch mit den eingangs erwähnten Köpfmaschinen mit hohem Aufwand Rübenblatt geerntet wird.

☐ Zusammenfassung

Entsprechend den unterschiedlichen Ernteverfahren und Flächenstrukturen haben sich regional durchaus unterschiedliche Systeme von Zuckerrüben-Erntemaschinen herausgebildet. In der Großflächenwirtschaft des Comecon werden sechsreihige selbstfahrende Spezialmaschinen für Köpfe und Roden bevorzugt, in bäuerlichen Betriebsstrukturen dominieren schleppergezogene ein- bis dreireihige Bunkermaschinen. Sechsreihige selbstfahrende Einmann-Bunkerköpfproder nehmen in der Bundesrepublik im überbetrieblichen Einsatz zu.

Entwicklungsschwerpunkte liegen im Bereich der Erhöhung der Erdatbeidung von den gerodeten Rüben, insbesondere innerhalb der Rübenerntemaschinen, und Verringerung von Bodenschäden durch entsprechend veränderte Fahrwerke der Maschinen.

☐ Summary

Quite different designs of beet harvesting machines have arisen from regional differences pertaining to harvesting methods and surface

structures. Where large areas have to be harvested, e. g. in the Comecon countries, self-propelled six row machines are preferably used for the topping and lifting operations, whilst small farm structures call for tractor-drawn single to three row units with beet hopper. Self-propelled six row "one-man" complete beet harvesters are

more and more used by contractors and machine partnerships in the Federal Republic of Germany.

The current development mainly aims at a more positive dirt separation from the lifted beets, particularly within the beet harvester, as well as at the reduction of soil damage by the use of modified running gears.

12. Technik für Sonderkulturen

Engineering in intensive cropping

Chr. von Zabellitz, Hannover

Technik im Freiland

Die Entwicklung bei Gemüsepflanzmaschinen geht weiter. Es wurde eine neue Pflanzmaschine für sogenannte paperpots (Papierhülsen) vorgestellt, die eine Pflanzleistung von 6000 bis 7000 pro Person und Stunde erreicht [1]. Mit einer maximal siebenreihigen Maschine werden damit 49000 Pflanzen pro Stunde gepflanzt. Die paperpots sind 7,5 bis 13 cm lange und 1,8 bis 2,8 cm dicke Papierhülsen, die locker mit Substrat befüllt und maschinell von einer Spezialfirma in Holland eingesät werden. Die Papierhülsen werden als bienenwabenartiger Verband geliefert, von Hand in Reihen auf ein Transportband der Pflanzmaschine abgelegt, nach Fehlstellen und Pflanzgröße abgetastet, sortiert und dann gepflanzt. Die Papierhülsen verrotten im Boden [2].

Im Obstbau versucht man den Herbizideinsatz durch Weiterentwicklung sogenannter Stockräumgeräte zur mechanischen Unkrautbeseitigung sowie durch gezielten Herbizideinsatz mit Punktspritzen zu reduzieren.

Die Ergebnisse von Entwicklung und Untersuchung einer Erntemaschine bei Kulturpreiselbeeren sind inzwischen veröffentlicht [3].

In der Baumschultechnik gewinnt die Pflanzlochdüngung bei Containerpflanzen an Bedeu-

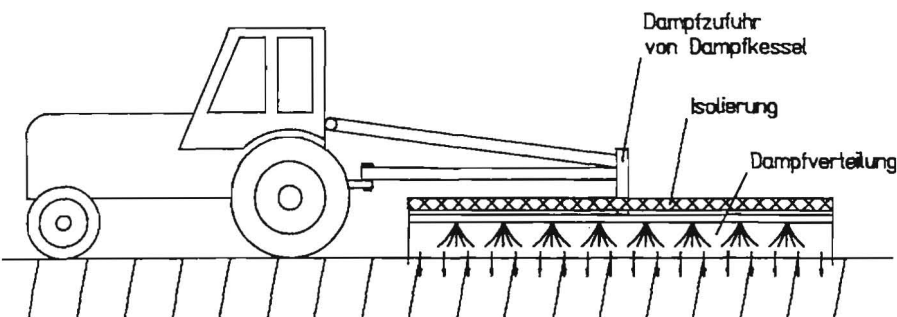
tung [4]. Durch neuentwickelte Dünger-Dosiergeräte (Fa. Mayer, Fa. Javo, Fa. Visser) ist es möglich, jede Containerpflanze sehr exakt, entsprechend dem jeweiligen Nährstoffbedarf der Pflanze, zu versorgen. Die gezielte Pflanzlochdüngung mit Depotdüngern in Containern und auch im Freiland ermöglicht eine deutliche Reduzierung der Düngermengen und der Austräge von Nährstoffen aus Stell- und Pflanzflächen.

Ein erhebliches Problem bei zunehmender Einschränkung von Anwendung und Zulassung von Bodenentseuchungsmitteln, Herbiziden und Fungiziden stellt sowohl im Gewächshaus als auch bei der intensiven Freilandbewirtschaftung die Bodenentseuchung dar. Neu- und Weiterentwicklungen bei Dämpfverfahren sind festzustellen.

Es sind sogenannte Haubendämpfsysteme auf den Markt gekommen [5 bis 7]. Der vom Niederdruckdampfkessel erzeugte Dampf wird über eine Zuleitung unter eine Aluminiumhaube mit verzinktem Rahmen in den Boden geleitet. Unterschiedlich große Hauben, zum Teil im Baukastensystem erweiterbar, werden von mehreren Firmen angeboten. Bei einer Einwirkdauer von 10 bis 15 min pro Aufstellung wird eine Temperatur von 95°C in 15 cm Tiefe erreicht, bei 25 bis 30 min beträgt die Dämpftiefe 25 cm. Das Versetzen der

Bild 1: Haubendämpfeinrichtung für Freiland- und Gewächshausflächen

Fig. 1: Hood vapor sterilisator for open air and greenhouse soil



Hauben erfolgt bei kleineren Abmessungen (bis 10 m^2) manuell oder mit Hilfe von Transportrollen. Größere Dämpfhauben von beispielsweise 30 m^2 und mehr können an die Dreipunkthydraulik des Schleppers angehängt werden (Bild 1). Der Energieverbrauch kann aufgrund guter Isolierung der Hauben im Vergleich zum Foliendämpfen auf $0,75$ bis 1 l Heizöl EL/m^2 gedämpfter Fläche gesenkt werden. Die Flächenleistung bei Verwendung größerer Dämpfhauben von beispielsweise 30 m^2 liegt bei rund $300\text{ m}^2/\text{h}$ und kann damit aufgrund höherer einsetzbarer Dampfmenngen gegenüber dem Foliendämpfen gesteigert werden.

Eine ganz besondere Bedeutung nimmt der Grundwasser- und Bodenschutz ein. Der Eintrag von Dünger und Pflanzenschutzmittel in das Grundwasser muß ganz drastisch reduziert werden. Besonders bei Topf- und Containerpflanzenkulturen im Freiland sind neue Aufstell-, Dünge- und Bewässerungstechniken zu entwickeln [8; 9].

Gewächshaustechnik und Inneneinrichtung

Bei Gewächshauskonstruktionen werden vor allem in Holland die Scheiben immer größer, um höhere Lichtdurchlässigkeiten zu erzielen [10]. Auch bei Foliengewächshäusern sind vor allem im Hinblick auf optimale Lüftung Neuentwicklungen vorgestellt worden [11]. Die Gerresheimer Glas AG hat ein neues Gewächshausglas mit einer erhöhten Lichtdurchlässigkeit von 90 – 92% herausgebracht. Für die Überwinterung und Kultur von Baumschulgehölzen in ungeheizten Foliengewächshäusern werden weitere Versuche angestellt [12 bis 15]. Das meist verwendete Bedachungsmaterial ist die weiße PE-Milchfolie, oft gelocht, um zu hohe Feuchtigkeit zu vermeiden. Klar durchsichtige Folien sind weniger geeignet. Luftdurchlässige Materialien, wie Polyester-Spinnvliese, werden heute zunehmend zur Überwinterung verwendet – finden aber bislang hauptsächlich als Flachabdeckung Verwendung. Eine sichere Überwinterung ist in Doppelfolienhäusern in Verbindung mit einer guten Seitenlüftung möglich.

Hauptkriterien für die Gewächshausbewässerung sind umweltschonend, wassersparend, energiesparend. Es wird weiterhin an den geschlossenen Bewässerungssystemen gearbeitet. Die Untersuchungen beschäftigen sich in der Hauptsache mit der Messung und Steuerung des Wasser- und Nährstoffverbrauchs. Es wird untersucht, eine Einsparung und optimale Nutzung

dieser Stoffe zu erreichen, um eine Belastung des Bodens und des Grundwassers mit Nährsalzen und Pflanzenschutzmitteln zu verhindern.

Die Systeme werden für Topf- und Schnittblumenkulturen eingesetzt. Bei der Produktion von Schnittblumen wird über den Einsatz von erdlosen Kulturverfahren (Aeroponik, NFT) und Dünnschichtkultur als Alternative zu bisherigen Kulturverfahren kontrovers diskutiert [16 bis 22]. Auch im Gemüsebau werden zunehmend erdlose Kulturverfahren eingesetzt [23].

Technische Weiterentwicklungen gab es bei der Lampenentwicklung für den Kunstlichteinsatz zur Erhöhung der Assimilation. Die Lichtausbeute und damit die Wirtschaftlichkeit vor allem der Natriumhochdruckdampflampe wurde erhöht, so daß bei gleicher installierter Leistung höhere Beleuchtungsstärken erreicht werden können [24; 25].

Regelung und Modellbildung

Mit zunehmendem Einsatz von Klimaregelcomputern im Gartenbau wird die Entwicklung von Regel- und Wachstumsmodellen fortgesetzt, wobei die Optimierung der Klimaführung eine besondere Rolle spielt. Unter Verwendung der optimum control theory wurde eine Temperaturregelstrategie entwickelt. Kosten und Nutzen jeder zusätzlichen Einheit Heizenergie werden abgeschätzt. Die Strategie führt zu Energieeinsparungen zwischen 3% und 20% [26].

Ein dynamisches Wachstums- und Ertragsmodell für Tomaten wird beschrieben. In Verbindung mit physikalischen Gewächshausklimamodellen können optimierte Werte für Temperatur und CO_2 -Konzentrationen errechnet werden [27]. Die Klimaregelung im Gewächshaus wird als 3-Ebenen-Regelsystem dargestellt [28]. Die Aufgaben und die Verknüpfung der drei Ebenen wird beschrieben und die Einsatzmöglichkeiten von Modellen aufgezeigt.

Ein dynamisches Photosynthesemodell wurde verwendet, um eine ökonomische Optimierung der CO_2 -Konzentration für die Gurkenkultur durchzuführen [29].

Ein Buch beinhaltet die Grundlagen der Modellierung des Pflanzenwachstums [30]. In Text und Übungen werden dynamische Simulationsmodelle dargestellt und beschrieben und Techniken der Modellbildung aufgezeigt.

In einem weiteren Buch wird anhand von Beispielen in die Simulation von dynamischen Vor-

gängen mit PCSMP, einer Sonderform von CSMP für PCs, eingeführt. Behandelt und dargestellt werden Modelle für die Simulation der Bodentemperatur, der Bodenfeuchte und der Klimaverhältnisse im Gewächshaus [31]. Ein statisches Modell zur Berechnung des Heizbedarfs von Gewächshäusern wird bei [32] beschrieben, das durch Regressionssätze auch die Speicherung von Wärme im Gewächshaus berücksichtigt.

☐ Zusammenfassung

Pflanzmaschinen für Gemüse werden weiterentwickelt. Bei Düngung und Bewässerung haben Grundwasser- und Bodenschutz zunehmende Bedeutung. Technische Einrichtungen für Gewächshäuser und Freiland müssen entsprechend entwickelt werden. Neue Techniken zur Bodenentseuchung (Dämpfen) kommen auf den Markt. Erdelose Kulturverfahren und der Ein-

satz von Kunstlicht werden weiter diskutiert. Die zunehmende Verwendung von Regelcomputern erfordert Simulationsmodelle für Klimatisierung und Pflanzenwachstum.

☐ Summary

Transplanting machines for vegetable crops have been developed further. The protection of soil and ground water has increasing importance in connection with fertilization and irrigation. Appropriate technical equipments have to be developed for greenhouse production as well as for open air production. New technics for soil sterilization (vapor sterilization) are on the market. Soilless culture and artificial lighting are further in discussion. The increasing use of climate control computer needs simulation models for climate control and plant growth.

13. Landwirtschaftliches Bauen

Farmbuilding

J.-G. Krentler und J. Piotrowski, Braunschweig

Allgemeines

Nach einer Berechnung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ist das Vermögen der Landwirte im Jahre 1988 um 2 Milliarden auf insgesamt 231,9 Mrd. DM gesunken, wobei es fast 16 000 Landwirte weniger als im Vorjahr gegeben hat. Nach dem Boden mit 93,0 Mrd. nimmt der Wert der Wirtschaftsgebäude mit 33,3 Mrd. bereits die zweite Stelle ein [1]. Allerdings sind diese Gebäude in der Regel überaltert. Mit Blick auf die in Zukunft noch weiter steigenden Anforderungen an die Wirtschaftsgebäude läßt sich in etwa sagen, daß nur für ein Fünftel des deutschen Nutztierbestandes anforderungsgerechte Gebäude zur Verfügung stehen [2].

Bauökonomische Arbeiten des Instituts für landwirtschaftliche Bauforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) zeigten, daß die sogenannte bauliche Erneuerungsquote in den letzten Jahren um mehr als die Hälfte gesunken ist, obwohl etwa zwei Drittel aller Arbeitsstunden in der Innenwirtschaft geleistet werden. Auf den rund 680 000 land- und forstwirtschaftlichen Betrieben ereignen sich jährlich fast 190 000 gemeldete Arbeitsunfälle. Berücksichtigt man jedoch alle versicherungspflichtigen Nebenunternehmen mit, beträgt die Gesamtzahl der bei den Berufsgenossenschaften versicherten Unternehmen 1,5 Millionen. Im rechnerischen Durchschnitt geschieht demnach in fast jedem achten Unternehmen ein Unfall pro Jahr [3]. Diesem Sachverhalt entsprechend wird national und international an der Ableitung von geeigneten Unfallverhütungsmaßnahmen durch verbesserte Haltungssysteme und technische Einrichtungen gearbeitet. Die Arbeits- und Produktionsbedingungen und zum Teil auch die Abmessungen der Tiere selbst haben sich im Laufe der Zeit so verändert, daß viele Altgebäude für ihren ursprünglichen Zweck nicht mehr genutzt werden können und deshalb leer-

stehen. Es wird angeregt, die Möglichkeit der Umwidmung landwirtschaftlicher Bausubstanz als Beitrag zur Sicherung des landwirtschaftlichen Vermögens und zur Stärkung der Leistungsfähigkeit des ländlichen Raumes insgesamt zu erleichtern [4]. Ein Modellvorhaben mit dieser Zielsetzung wurde bereits gestartet, wobei auch Grundsatzgespräche zur Auslegung der Rechtsvorschriften mit den zuständigen Behörden stattfinden.

In zunehmendem Maße wird es schwieriger, die landwirtschaftlichen Betriebsstandorte im Ort langfristig zu sichern [5]. Deshalb wird bereits seit Jahren bei den Landwirten dafür geworben, daß sie gestützt auf fundierte Unterlagen und mit auf die Betriebsentwicklung bezogenen Zielsetzungen auf die Dorfentwicklung Einfluß nehmen. In diesem Zusammenhang wird die bevorstehende Neufassung der Baunutzungsverordnung (BauNVO) einige Änderungen für die Landwirtschaft im Ort ergeben. Die Funktionen Wohnen, Gewerbe und Dienstleistungen haben in der Vergangenheit stark an Gewicht gewonnen, während besonders in den Ortslagen die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe zurückging. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung wird der Bestandsicherung der Betriebe und ihrer Entwicklungsmöglichkeiten deutlicher als bisher ein Vorrang gegeben. Die Änderungen beziehen sich insbesondere auf § 5 (Def. der Dorfgebiete), § 15 (allgemeine Voraussetzungen für die Zulässigkeit baulicher und sonstiger Anlagen) und § 17 (zulässiges Maß der baulichen Nutzung) [6].

Grundlagen des landwirtschaftlichen Bauens

Das derzeit schwierigste Problem beim landwirtschaftlichen Bauen besteht in der ungenügenden baulichen Erneuerungsrate, die vor allem durch eine unbefriedigende Einkommens-

situation und nicht gegebene Investitionssicherheit verursacht ist [7]. Die Bewirtschaftungsfähigkeit und Rentabilität besonders der nutztierhaltenden Betriebe hängt daher verstärkt von einer sinnvollen Erhaltung und verbesserten Nutzung der vorhandenen Wirtschaftsgebäude ab. Der hierzu durchgeführte bauliche BML-Prämierungswettbewerb „Beispielhafte Stallanlagen in alten Gebäuden“ [8] zeigte hierzu ausgezeichnete Ergebnisse. Bei der Planung einer veränderten Nutzung vorhandener Wirtschaftsgebäude bieten neue haltungstechnische Möglichkeiten vermehrt befriedigende Lösungen an. Dies gilt auch für die Nutzung von Räumen, die durch Mähdrusch, den Einsatz von Flüssigmistsystemen oder die Rauhfutterlagerung in Außensilos freigezogen sind. Besonders kostensparende Verfahren lassen sich mit Stroh als Einstreu realisieren, wobei allerdings die Entmistung mit dem Frontlader, in niedrigen, verwinkelten Altgebäuden mit einem kleinen Hofschepper möglich sein sollte. Der Einbau frostsicherer Tränken stellt heute durch die Möglichkeit der Verwendung von Widerstands-Heizdrähten oder heizbaren, doppelwandigen Rohren kein technisches Problem mehr dar. Besondere Bedeutung hat allerdings eine gute Durchlüftung, die mit relativ geringem Investitionsbedarf als Traufen-First-Lüftung und/oder mit Dachplattenabstandshaltern bei kurzgeschnittenen Dachplatten erreicht werden kann. **Bild 1** zeigt Möglichkeiten zur Umnutzung eines gegebenen Altgebäudes mit Angaben darüber, wieviel Prozent der Neubaukosten für den jeweiligen Umbauvorschlag in etwa erforderlich wären.

Da bauliche Investitionen in aller Regel das Kapital langfristig festlegen, sind zunächst besonders die voraussichtlichen Entwicklungsmöglichkeiten des Betriebes, die persönlichen Gegebenheiten vom Betriebsleiter und seiner Familie und die derzeitige wirtschaftliche Situation zu überprüfen. Bei unsicherer Bewirtschaftungs-, Nutzungs- und Standortsicherheit sollte von hohen langfristigen Investitionen abgesehen werden. Wird jedoch die gesamte Betriebssituation als positiv angesehen, ist bei allen Planungen besonders darauf zu achten, daß längerfristige Entwicklungsmöglichkeiten nicht verbaut werden.

In bezug auf das Gefüge von Altbauten kommen folgende Umnutzungen in Frage:

- die einfache Umnutzung (ohne bauliche Eingriffe)
- die aufwendige Umnutzung mit geringen baulichen Eingriffen
- der einfache Umbau – ohne Veränderung tragender Teile
- der grundlegende Umbau – mit Eingriffen in das tragende Gefüge
- der Teilneubau als Anbau oder Erweiterung in Achsrichtung oder als Vergrößerung und
- der Neubau, wobei Teile leerstehender Altgebäude mitgenutzt werden können.

Am Beispiel eines zweireihigen Boxenlaufstalles ohne Jungvieh wird in **Bild 2** dargestellt und

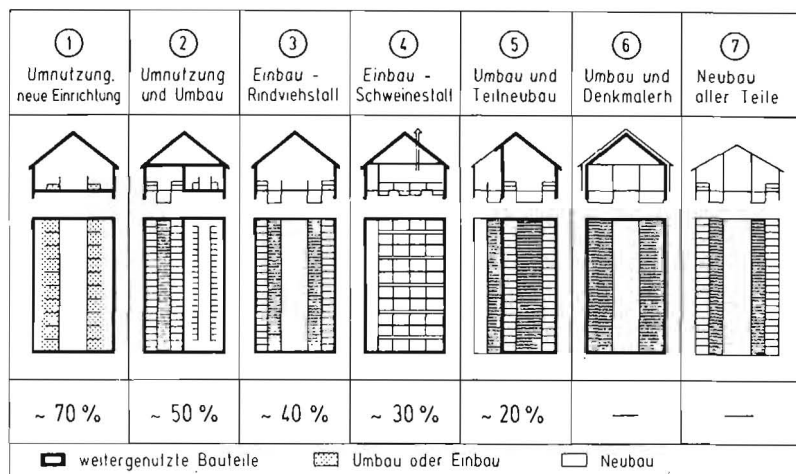


Bild 1: Einbau von Stallanlagen in alte Gebäude – Kosteneinsparungen gegenüber Neubaulösungen in %

Fig. 1: Installation of animal houses into old buildings – Cost savings in comparison to new buildings in %

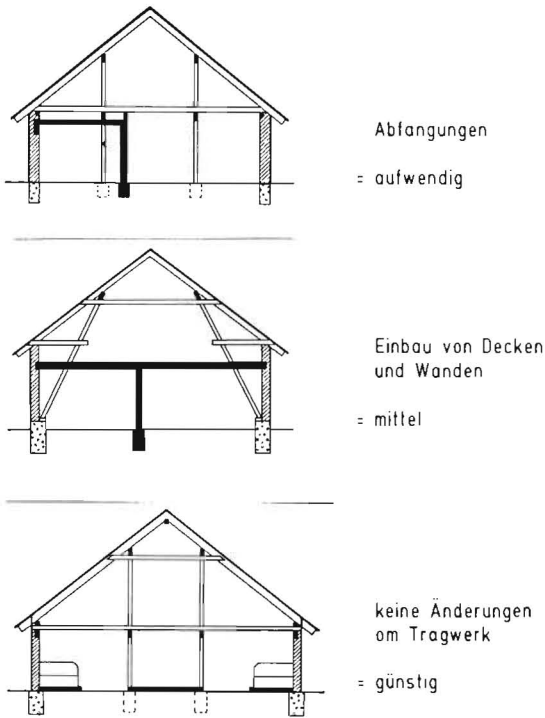


Bild 2: Um- und Ausbau vorhandener Gebäude – Konstruktive Maßnahmen

Fig. 2: Reconstruction and extension of buildings – Construction measures

bewertet, welche konstruktiven Maßnahmen beim Um- und Ausbau vorhandener Gebäude unter anderem möglich sind.

Ein besonderes Problem bei der Umnutzung von Gebäuden stellt der Kostenblock Gülle dar. Bei einer vorhandenen Gründungstiefe der Streifen- oder Einzelfundamente der Altgebäude von meist nur knapp 80 cm ist nur gerade die Frostsicherheit gewährleistet. Wenn nun bei Umbauplanungen tiefere Güllekanäle entlang der äußeren Fundamente vorgesehen werden, müssen diese in aufwendiger Handarbeit abschnittsweise mindestens soweit unterfangen werden, daß die neue Sohle tiefer als die Unterkante der Güllekanäle liegt. Günstiger lassen sich daher Kanäle so einbauen, daß sie weder die Fundamente noch deren Druckzwiebeln (gestrichelte Linien unter 45° abgehend (Bild 3)) stören. Im statisch günstigsten Fall lassen sich Güllekanäle zwischen den Außenmauern einpassen, was dann allerdings das Anlegen einer Rampe erfordert [9].

Statt eines Umbaus kommt häufig auch ein Teilneubau in Frage. Das bietet sich überall dort an,

wo die Altbauten nicht genügend Platz zur Unterbringung des geplanten Tierbestandes bieten oder wenn einzelne Funktionen sich ohne Verlust aus dem geplanten Konzept ausgliedern lassen – wie zum Beispiel die Unterbringung des Melkstandes im unter Umständen wärme gedämmten Altbau sowie der Tiere im nicht wärme gedämmten Teilneubau.

Zur Förderung des Um- und Anbaus von landwirtschaftlichen Gebäuden zu Mietwohnungen wurde im November 1989 ein Programm der Kreditanstalt für Wiederaufbau verabschiedet [10]. Eine solche Umnutzung war bisher meistens nicht ohne weiteres möglich, da häufig die vorhandenen sanitären Anlagen nicht den heutigen Ansprüchen genügten, die bisherige Raumaufteilung für den neuen Zweck nicht geeignet war oder die geplante Wohnung nicht abgeschlossen und kein eigener Eingang vorhanden war. Die angebotenen günstigen Konditionen gelten auch für Dachausbauten oder die Erweiterung von Gebäuden durch Aufstockung oder Anbau.

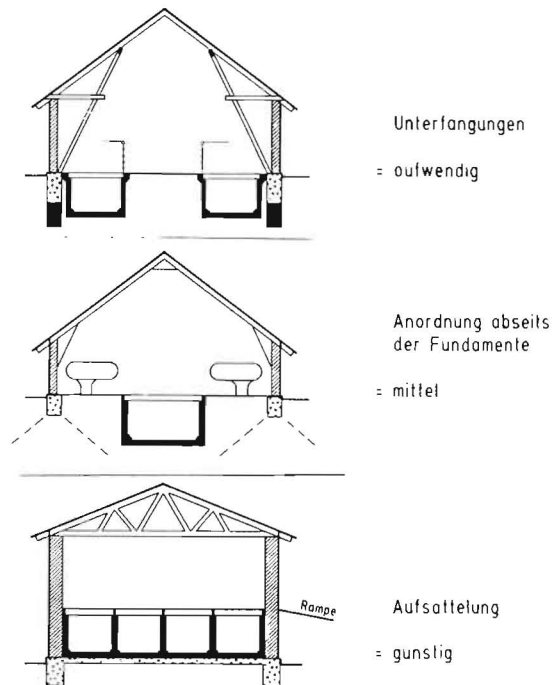


Bild 3: Um- und Ausbau vorhandener Gebäude – Einbau von Güllekanälen

Fig. 3: Reconstruction and extension of buildings – Installation of slurry canals

Eine große Rolle bei der Einbindung landwirtschaftlicher Um- und Neubauten spielt die Wahl des Dachdeckungsmaterials. In Ortsbilder, die durch historische Ziegeldächer geprägt sind, sollten neue Dächer nur mit gleichen oder ähnlichen Materialien eingefügt werden. Dafür kommen Tondachziegel oder Betondachsteine in Frage. Bautechnische Probleme können sich dabei ergeben, wenn sich unter einem solchen Dach ein nicht-wärmegeprägter Stall befindet oder das Dach aus anderen Gründen starker Tauwasserbelastung ausgesetzt wird. Um mögliche Bauschäden vermeiden zu helfen, wurden im Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL entsprechende Versuche durchgeführt. Gesucht wurden Materialien, bei denen die abtropfende Tauwassermasse gleich oder kleiner ist als der durch altbewährte Hohlpfannen gegebene Richtwert. Die geforderten Eigenschaften erreichten vor allem unverstrichene wellenförmige Dachziegel oder Dachsteine mit glatten Unterseiten. Als weniger geeignet zeigten sich ebene, plattenförmige Eindeckungen und solche mit scharfkantigen Profilen, die den Tauwasserablauf behindern [11].

An landwirtschaftlichen Gebäuden treten durch Blitzschlag nicht nur Brandschäden, sondern durch die auftretenden Überspannungen auch Schäden an der Elektroinstallation und dem elektronischen Gerät auf. Besonders die in die Fütterungsanlagen integrierten Chips sind eine verwundbare Stelle der Anlage. Außer einer funktionsfähigen Blitzableiteranlage als äußeren Blitzschutz können Maßnahmen zum inneren Blitzschutz getroffen werden. Im Hausanschlußkasten oder auf der Zählertafel kann ein Grobschutz vor hohen Überspannungen im Netz schützen. In der Unterverteilung, zum Beispiel neben der Sicherung für die Lüftungsanlage kann eine Feinschutzvorrichtung den Rest von Überspannungen ausfiltern, die den elektronischen Thermostaten oder den Fütterungscomputer zerstören können [12; 13].

Landwirtschaftliche Betriebsgebäude und bauliche Einrichtungen für die tierische Veredlung

Vor allem aus Gründen des Umweltschutzes besteht auch weiterhin die Forderung an die Landwirtschaft, für ausreichende Güllelager-Kapazitäten zu sorgen. Als besonders kostengünstige Lösung hierzu werden zunehmend Gemeinschaftsgüllelager empfohlen und gebaut. Durch

große Lagerkapazitäten sollen nicht nur die Baukosten gesenkt, sondern vor allem auch eine umweltgerechte und -verträgliche Düngung erreicht werden. Erste Modellanlagen wurden bereits in mehreren Bundesländern, teilweise mit öffentlicher Förderung, errichtet und erprobt [14 bis 16]. Als besonders kostengünstig haben sich dabei kunststoffausgekleidete Erdbecken erwiesen, aber auch Gemeinschaftsanlagen mit Stb-Behältern und Behältern aus kunststoffbeschichtetem Stahl werden gebaut. Allerdings werden von den Genehmigungsbehörden an derartige Gemeinschaftsanlagen im allgemeinen höhere Anforderungen als bei einzelbetrieblichen Maßnahmen gestellt. Ein besonderer Grund hierfür ist der größere Flächenbedarf von Gemeinschaftsanlagen, der in der Regel nur im unbebauten Außenbereich abgedeckt werden kann [17]. Besonderes Augenmerk wird auch von den Landschaftsschutzbehörden auf eine gute Eingrünung der Anlage gelegt. Auch die Funktionssicherheit der Behälter, Vorgruben und Leitung unterliegt strengen Anforderungen.

Bauen für die Milchviehhaltung

Zur Weiterentwicklung der bereits seit Jahren eingeführten kostengünstigen Leichtbauweisen wurden im Rahmen von BML-Modellvorhaben mehrere Modelluntersuchungen abgeschlossen. Am Beispiel eines Boxenlaufstalls für 40 Milchkühe wurde untersucht, ob die Vollunterkellerung eines Stalls mit importierten Stahlbeton-Tunnelementen kostengünstiger als durch die Ausführung in Ortbeton erstellt werden kann. Zunächst sichtbare Vorteile der Beton-Fertigteile zeigten sich bei der Bau-Schlußabrechnung als aufgezehrt. Bei einem weiteren Vorhaben für 57 Kühe mit Nachzucht und Güllelager durch Vollunterkellerung wurde ein nicht wärmegeprägter Leichtbau aus Rundhölzern mit besonders hohem Eigenleistungsanteil ausgeführt. Es konnten erhebliche Kosteneinsparungen erreicht werden. Es zeigt sich, daß sowohl im Unter- als auch im Oberbau beträchtliche Eigenleistungen – allerdings unter fachlicher Aufsicht – möglich sind. Als weiterer Ansatz zur Kostensenkung wurde ein 2x einreihiger Boxenlaufstall mit geteiltem, offenen Melkstand auf der Futterterrasse ausgeführt. Die Kosten der ohnehin schon günstigen Leichtbauweise konnten durch diese Anordnung des Melkstandes noch um etwa 325,- DM pro Kuhplatz reduziert werden [18].

Für die Hauptarbeit im Milchviehstall, das Melken, sollte eine Melkzeit einschließlich der Nebenarbeiten von 1,5 Stunden nicht überschritten werden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in der Vergangenheit überwiegend Fischgrätenmelkstände mit 2x4, 2x5 und 2x6 Melkzeugen eingesetzt. Diese sind jedoch nicht immer die beste Lösung [19]. Auch Side-by-Side-Melkstände, Tandem-Melkstände oder einfache Stall- und Weide-Melkstände können eine günstige Lösung in bezug auf Arbeitszeitaufwand oder Arbeitsleistung sowie den Investitionsbedarf sein. Sowohl bei Umbauten als auch bei Neubauten von Laufställen ist der Melkstand das Kernstück [20]. Um möglichst kurze Melkzeiten zu erreichen, wurden viele Melkstände größer als nötig und mit aufwendiger Technik ausgestattet gebaut. Das schlug sich in hohen Jahreskosten nieder. Von entscheidender Bedeutung ist das fachgerechte Einfügen des Melkstandes in den Grundriß.

Bauen für die Schweinehaltung

Wenn auch derzeit in der Mastschweinehaltung keine großen Umwälzungen vorstatten gehen, so wird doch weiterhin an Details in artgerechten und produktionstechnisch ausgereiften Ställen gearbeitet [21; 22]. Zur Vormast werden in der Regel Buchten mit den gleichen Abmessungen wie in der Hauptmast, jedoch mit doppelt so großen Ferkelgruppen verwendet [23]. Dabei müssen Fütterung, Liegeflächen und Spaltenboden auf die Tiergröße abgestimmt sein. In Altgebäuden bietet sich auch die Aufstallung größerer Ferkelgruppen in tief eingestreuten Buchten mit Automatenfütterung an, vorausgesetzt, die Entmistung ist mit dem Frontlader möglich. Für die Hauptmast sind verschiedene Haltungsformen und Fütterungssysteme mit verschiedenen Stallunterbauten möglich. Auch in Deutschland ist bei zunehmender Konzentration in der Schweinehaltung ein Trend zu Kammställen mit abgeschlossenen Stallabteilen an einem Zentralgang erkennbar.

Um ein optimales Betriebsergebnis in der Ferkelproduktion zu erzielen, muß außer einem konsequenten Raum- und Funktionsprogramm ein straffes Management und sorgfältige Einhaltung der Stallhygiene gegeben sein. In dieser Produktionsrichtung gilt in besonderem Maße, daß nur Betriebe mit an industriellen Leitbildern orientierten und bis auf äußerste rationalisierte Halteungsverfahren bei hoher Produktivität arbeitend auf Dauer wirtschaftlichen Erfolg haben können [24].

In zunehmendem Maße werden Halteungsverfahren mit Abruffütterung erprobt [25; 26] und auch bereits als praxisreif angesehen.

Bauen für andere Produktionsrichtungen

Trotz der sehr starken Konzentration in der Hühnerhaltung ist es durch den hohen Stand der Produktionstechnik auch heute noch für den bäuerlichen Familienbetrieb möglich, die Geflügelproduktion als rentablen Betriebszweig zu betreiben. Die Möglichkeiten hierzu reichen von der extensiven Auslaufhaltung bis zur intensiven Stallhaltung. Ein großer Vorteil des bäuerlichen Betriebes liegt dabei in seiner Nähe zum Verbraucher, wodurch eine Direktvermarktung erleichtert wird [27].

Auch die Putenmast hat sich als spezielle Produktionsrichtung etabliert. In der Anfangsphase etwa Ende der siebziger Jahre wurden zunächst Altgebäude dazu genutzt, heute werden jedoch trotz der hohen Investitionen neue Ställe bevorzugt, die eine gesunde Haltung auf Stroh mit reichlich Tageslicht und Frischluft ermöglichen. Der Investitionsbedarf wird mit rund 200 DM je Putenplatz, entsprechend etwa 4 DM je Pute angegeben [28].

Intensive Kaninchenmast wird fast ausschließlich in Käfighaltung betrieben, wobei pro Häs in und Jahr mindestens 40 Nachkommen erreicht werden sollten. Da in diesem Produktionszweig überwiegend Selbstvermarktung in Frage kommt, werden von den Kreistierärzten eigene Schlacht- und Kühlräume gefordert [29].

Beim Bauen für die Kälberhaltung sollte eine extensive Haltungsform mit tiereigenem Mikroklima im eigentlichen Aufenthaltsbereich des Kalbes angestrebt werden [30]. Der heutige bauliche Standard der Kälberaufzucht verschiebt sich hin zu nichtwärmegedämmten Ställen und Hütten [31].

□ Zusammenfassung

Obwohl etwa zwei Drittel aller Arbeitsstunden der Landwirtschaft in der Innenwirtschaft geleistet werden, ist die bauliche Erneuerungsrate wegen des anhaltenden Kostendrucks und nur teilweise gegebener Investitionssicherheit in den letzten Jahren um etwa die Hälfte gesunken. Gleichzeitig geschieht im rechnerischen Durchschnitt in fast jedem achten Unternehmen ein Arbeitsunfall pro Jahr. Die Arbeits- und Produktionsbedingungen, zum Teil auch die Abmessungen der zu haltenden

Tiere haben sich im Laufe der Zeit so verändert, daß viele Altgebäude für ihren ursprünglichen Zweck nicht mehr geeignet sind. Angestrebt wird unter anderem, die Umwidmung landwirtschaftlicher Bausubstanz als Beitrag zur Sicherung der Landwirtschaft und zur Stärkung der Leistungsfähigkeit des ländlichen Raums insgesamt zu erleichtern.

Auch weiterhin hängen die Bewirtschaftungsfähigkeit und die Rentabilität besonders der nutztierhaltenden Betriebe verstärkt von einer sinnvollen Erhaltung und verbesserten Nutzung der vorhandenen Wirtschaftsgebäude ab – wenn schon nicht neu gebaut werden kann.

☐ Summary

Although two thirds of the total amount of the working hours proceed in houses, the renewal

rate for agricultural buildings dropped within the last few years to about 50%. This is mainly because of the continued cost pressure and partly because the investments were not always safe. At the same time an industrial accident per eight farms happens on an average. The working and production conditions, partly even the sizes of the animals changed in course of time so much that moreover old buildings are no longer suitable. Among other plans there is one to make a different use of old buildings easier, facing the building code law. This will make the farms financially safer and will strengthen the rural areas as a whole.

The use of farm buildings and the profitability will also for the future depend on a proper maintaining and use. This applies particularly to animal keeping farms if it is finally not possible to afford new buildings.

14. Technik in der Rinderhaltung

Techniques in cattle farming

J. Boxberger, H. Pirkelmann, L. Popp und G. Wendl, München

Die Weiterentwicklung der Produktionsverfahren in der landwirtschaftlichen Tierhaltung ist vorrangig geprägt von der Umsetzung tiergerechter Aufstallungssysteme, der Verringerung der Umweltbelastung, der Verbesserung der Arbeitssituation und einem effizienten Einsatz der erforderlichen Produktionsmittel. In der Milchviehhaltung führt diese Zielstellung verstärkt zum Laufstall, der sowohl dem Tierverhalten entgegenkommt als auch gute Voraussetzungen für die Reduzierung der Arbeitsbelastung mit sich bringt. Um dieses Stallsystem mit vertretbarem Kapitaleinsatz auch für kleinere Bestandsgrößen nutzen zu können, ist es erforderlich, entsprechende Modifizierungen der bekannten, auf größere Einheiten ausgerichtete Funktionsbereiche durchzuführen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Melken und der Grundfutterzuteilung zu.

Kleine Melkstände

In Betrieben mit weniger als 40 Kühen liegt der Arbeitszeitbedarf im Melkstand eindeutig höher als beim Melken mit Rohrmelkanlage im Anbindestall. Dies ist vor allem durch die umfangreichen Rüst- und Reinigungsarbeiten bedingt. Die Rüstzeiten betragen nach Ordolf (1990) etwa 0,6 h/ Melkzeit in Melkständen bis zu sechs Einheiten [1]. Dieser Nachteil kann auch durch Vergrößerung des Melkstandes, die zu einer Verkürzung der eigentlichen Melkzeit führt, nur unwesentlich reduziert werden.

Demgegenüber stehen jedoch gravierende Vorteile des Melkstandes hinsichtlich der Arbeitsschwere. Dies resultiert zum einen aus der Verkürzung der zurückzulegenden Wegstrecken, zum anderen brauchen die Melkeinheiten nicht mehr von Kuh zu Kuh transportiert zu werden. Auch die im Anbindestall ungünstige Körperhaltung entfällt [2].

Als weiterer und sicherlich entscheidender Vorteil des Melkstandes in der arbeitswirtschaftlichen Betrachtung ist die verbesserte Sicherheit zu sehen [3]. Während im Anbindestall der Aufenthalt im Beinbereich der Kühe ein erhebliches Risiko darstellt, ist im Melkstand die Gefahr, durch Tritte verletzt zu werden, praktisch ausgeschaltet.

Mechanisierungslösungen sind im Melkstand wesentlich einfacher vorzunehmen. Dies resultiert vor allem daraus, daß weder Platzbedarf noch Gewicht der Melkeinheit eine entscheidende Rolle spielen. Die Folge ist eine weitere Reduzierung des Arbeitszeitbedarfes je Melkeinheit. Zwar kann das bei kleinen Melkständen zu einem erhöhten Anteil an Rast- und Leerzeiten führen, in der Regel wird aber – vor allem bei hoher Dauerbelastung der Arbeitsperson – durch Mechanisierung von Routinearbeiten eine Verbesserung der Melk-

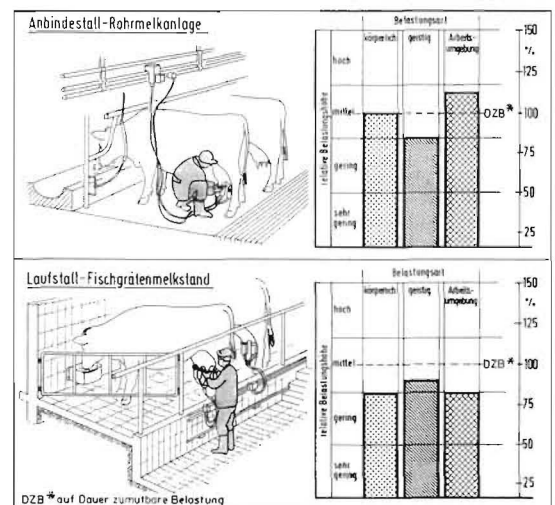


Bild 1: Melkstandformen

Fig. 1: Milking parlour shapes

arbeit erreicht [4]. Melkstände bedingen Vorteile hinsichtlich der körperlichen Belastung wie auch der Arbeitsumgebung, können aufgrund der Technisierung und Dimensionierung jedoch eine höhere geistige Belastung bewirken (Bild 1). Einseitige Melkstandlösungen sind dabei aufgrund der größeren Wegstrecken arbeitswirtschaftlich eher negativ zu beurteilen (Bild 2; Tafel 1) [7]; sie können im Einzelfall jedoch bautechnisch vorteilhaft sein.

Melkstandformen

Im Vorfeld einer Melkstandplanung sind Platzangebot, Arbeitsorganisation, Stallform sowie Erweiterungsmöglichkeiten zu prüfen. Auf dieser Grundlage kann dann die Entscheidung zugunsten sogenannter Gruppen- oder für Einzelmelkstände getroffen werden. Die einzelnen, im folgenden vorgestellten Melkstandformen weisen jeweils spezifische Vor- und Nachteile auf, die gemäß den jeweiligen Gegebenheiten unterschiedlich gewichtet werden müssen. Im speziellen Fall sollen vorwiegend Melkstände in einer Dimension mit jeweils vier Melkbuchten dargestellt werden.

Gruppenmelkstände

Bei den Gruppenmelkständen werden jeweils mehrere Melkbuchten zugleich von den Kühen aufgesucht und wieder verlassen. Die Dauer des Melkstandaufenthaltes der Gruppe richtet sich nach der langsamsten Kuh.

Die bekannteste Form der Gruppenmelkstände ist der Fischgrätenmelkstand. Mehrere Buchten sind fischgrätenartig ein- oder zweiseitig neben-

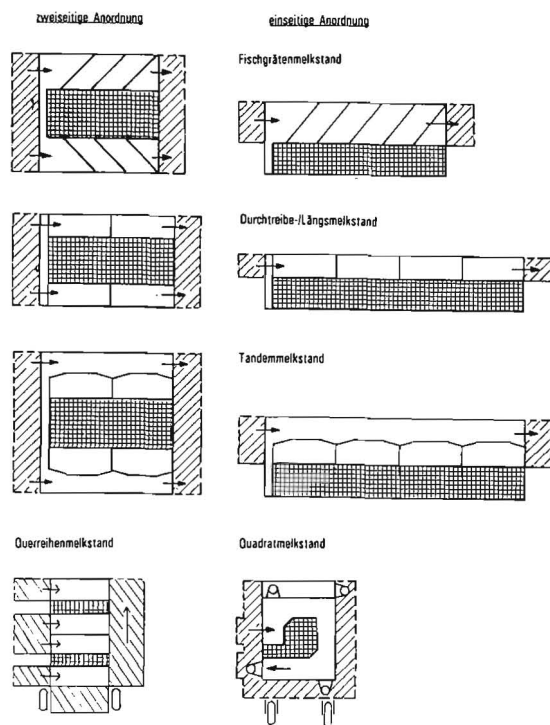


Bild 2: Melken im Anbindestall und im Melkstand (nach [2])

Fig. 2: Milking in tying stall and in parlour

einander angeordnet. Die Anzahl der Melkbuchten je Reihe kann dabei grundsätzlich beliebig erhöht werden. Das Ansetzen des Melkzeuges erfolgt schräg von der Seite. Durch die sehr dichte Anordnung der Kühe zueinander ergeben sich verhältnismäßig kurze Wege von Kuh zu Kuh (Tafel 2).

Tafel 1: Funktionsmaße bei einigen ausgewählten Melkständen (nach [5; 6])

Table 1: Measurements of small milking parlours by [5; 6]

	FGM		Längs-		Quadrat- 1x4	Tandem-	
	2x2	1x4	2x2	1x4		2x2	1x4
Gesamtlänge [m]	5,8	8,2	6,4	11,2	4,5	6,4	11,2
Gesamtbreite [m]	4,7	2,9	3,5	2,3	4,2	5,4	3,2
Gesamtfläche [m ²]	19,7	23,8	22,4	25,8	18,9	34,6	35,8
Fläche/Melkplatz [m ²]	4,9	5,9	5,6	6,4	4,7	8,6	9,0
Ø Wegstrecke/Kuh [m]	5,0	6,0	6,0	11,0	1,0	6,0	11,0

Tafel 2: Vergleichende Bewertung verschiedener Melkstandbauarten (nach [1])

Table 2: Comparing evaluation of various parlour constructions (by [1])

Melkstandformen	Arbeitszeitbedarf/Kuh (min)	gemolkene Kühe/h (Mittelwert)	Kapitalbedarf DM (Geräte)
1 x 4-Fischgeräten	3,16	19	23 000
2 x 2-Fischgeräten	2,73	22	31 000
1 x 4-Längs	–	–	–
2 x 2-Längs	3,00	20	27 000
1 x 4-Tandem*	3,00	20	–
2 x 2-Tandem	2,31	25	36 000
1 x 4-Querreihen	3,16	18	ca. 30 000
1 x 4-Quadrat	2,73	21	ca. 20 000

*Messung nach [2]

Beim Durchtreibe- oder Längsmelkstand stehen die Kühe hintereinander, seitlich zum Arbeitsplatz des Melkers. Gegenüber dem Fischgrätenmelkstand ist der Platzbedarf je Kuh um 0,5–0,7 m² größer. Dies ist durch die langgezogene Bauart (6,4 m Länge bei 2x2-Form und 11,2 m bei 1x4-Form) bedingt. In der Breite liegt der Längsmelkstand um 0,6–0,8 m geringer. Dies bewirkt auch eine Erhöhung der notwendigen Wegstrecken gegenüber dem Fischgrätenmelkstand um bis zu 5,0 m/Kuh.

Als weitere Bauart kleinerer Gruppenmelkstände ist der Quadratmelkstand zu nennen. Er hat den geringsten Flächenbedarf und ist grundsätzlich als mobiler Melkstand für die Doppelverwendung als Stall- und Weidemelkstand konzipiert. Die vier Kühe sind dabei rund um den Melker angeordnet. Da wegen der Mobilität des Melkstandes die Höhendifferenz zwischen Melkergrube und Melkplatz gering ist, rollt die Melkperson auf einem Schemel von Kuh zu Kuh. Die mittleren Wegstrecken sind mit 1,0 m/Kuh sehr gering.

Einzelmelkstände

Bei einem Einzelmelkstand ist jede Melkbucht gesondert zu erreichen und kann folglich optimal ausgelastet werden. Demzufolge ist bei dieser Melkstandform auch ein höherer Durchsatz an Kühen je Melkbucht möglich, da jedes Tier nur die

jeweils individuell notwendige Zeit im Melkstand verbringt. Einzelmelkstände bedingen gegenüber den Gruppenmelkständen allerdings einen erhöhten Platzbedarf, da jede Melkbucht für die Kühe einzeln zugänglich sein muß.

Der bekannteste Vertreter der Einzelmelkstände ist der Tandemmelkstand. Bei dieser Melkstandform läßt sich die Arbeitsleistung durch vollautomatischen Ein- und Auslaß der Tiere, gekoppelt mit einer Nachmelkautomatik beträchtlich steigern [8].

Eine Sonderform bei den Einzelmelkständen stellt der transportable Querreihenmelkstand dar, dessen Konzeption dem Quadratmelkstand entspricht. Durch die ungünstige Anordnung der Melkbuchten sind jedoch, um zu den einzelnen Kühen zu gelangen, entweder lange Wege oder aber umständliche Kletterpartien erforderlich, was die Eignung dieser Bauform einschränkt.

Kapital- und Arbeitszeitbedarf

Der Einbau eines Melkstandes erfordert zusätzliche Investitionen. Die Höhe des zusätzlichen Kapitalbedarfes richtet sich dabei auch nach eventuell notwendigen anderweitigen Erneuerungsmaßnahmen im Bereich Melkanlage (Tafel 2). Je nach Bauform und Mechanisierungsgrad schlägt bei vier Melkbuchten die technische Ausstattung mit bis zu 36 000 DM zu Buche. Die einseitigen

Melkstände sind bei gleicher Technisierung in der Regel günstiger (weniger Bauteile, v. a. Ein- und Auslaß). Hinzu kommen die Aufwendungen für die baulichen Anlagen, deren Höhe ebenfalls von der Ausgangssituation abhängt.

Der Einbau eines Melkstandes erfordert in jedem Fall zusätzlichen Platz, je nach Bauform etwa 19–36 m² (Tafel 1) und eine passende Zuordnung zum Stall. Der Melkstand muß so gelegen sein, daß der Zu- und Abgang der Tiere problemlos und ohne großen Treibaufwand möglich ist. Abhängig von Bauart und Mechanisierung können in einem 4-Buchten-Melkstand 18–25 Kühe/h gemolken werden (Tafel 2). Hinzu kommen die bereits erwähnten 0,6 h an Rüst- und Reinigungszeiten, so daß bei einem 20-Kuh-Bestand mit rund 1,5 AKh, bei 40 Kühen mit 2–2,5 AKh je Melkzeit zu rechnen ist.

Futtermischwagen zur Grundfutterfütterung

Von allen Kostenfaktoren der Milch- und Fleisch-erzeugung entfällt mit mehr als 50% der größte Anteil auf die Fütterung. Eine aus ökonomischen Gründen erstrebenswerte Reduzierung der Produktionskosten wird daher durch eine leistungsbezogene Zuteilung und den Einsatz preiswerter Futtermittel wesentlich unterstützt, wobei es vor allem auf eine hohe Trockenmasseaufnahme aus qualitativ hochwertigem Grundfutter ankommt [9]. In der Mechanisierung der Grundfuttersvorlage, die bisher vorwiegend auf arbeitswirtschaftliche Verbesserungen ausgerichtet war, finden diese Anforderungen in zunehmendem Maße Berücksichtigung. Neben den zur Zeit vorherrschenden Blockschnidern und Fräswagen gewinnen daher Futtermischwagen an Bedeutung, da sie den Futterverzehr begünstigen, die Selektion bevorzugter Komponenten verhindern und die Vorrats-



Bild 3: Fräsmischwagen

Fig. 3: Unloader and mixer wagon

fütterung auch bei eingeschränkten Freßplätzen ohne Benachteiligung rangschwächerer Tiere erlauben [10]. Neben den Standardwagen mit Front- oder Radladerbefüllung ist heute ein verstärkter Trend zum Fräsmischwagen gegeben, der in einem Arbeitsgang die Entnahme mit glatter Anschnittfläche im Fahrsilo, das Mischen und die Futterzuteilung übernimmt (Bild 3).

In der Konzeption der Fräsmischwagen werden verschiedene Kombinationen von Fräselementen und Mischorganen genutzt (Tafel 3). Zu den auch bei Ladefräsen und Fräsverteilmwagen eingesetzten und seit vielen Jahren gebräuchlichen messerbesetzten Fräswalzen kommt nun eine Variante mit einem vorgesetzten Schneidrahmen hinzu, wie er von den Blockschnidern her bekannt ist.

Tafel 3: Bauarten von Fräsmischwagen

Table 3: Types of unloader and mixer wagons

Entnahmetechniken	Mischorgane
Messerbesetzte Fräswalzen	Rührwelle mit zwei gegenläufigen Förderschnecken
Fräswalze mit Vorschneideeinrichtung	1 oder 2 Mischschnecken mit 2 gegenläufigen Förderschnecken
Räumschild mit Doppelmesser	konische Mischschnecke stehend im Mischtrichter

Eine Alternative zur Fräse stellt ein hydraulisch betätigtes Räumschild mit einem Doppelmesser an der Unterkante dar.

Technische Ausstattung

Als Mischorgane werden die von den Standardmischwagen bekannten Elemente wie die horizontal angeordnete Rührwelle oder 1 beziehungsweise 2 Mischschnecken mit jeweils 2 gegenläufigen Förderschnecken übernommen. Eine sehr nutzbringende und vor allem in Halmgütern vorteilhafte Weiterentwicklung stellen die heute bei allen Systemen gebräuchlichen Messereinsätze auf den Mischorganen dar. Neu hinzugekommen ist die senkrecht stehende Mischschnecke, mit der bislang jedoch bei uns noch keine Einsatzerfahrungen gesammelt werden konnten.

Entnahmeleistung und Leistungsbedarf

Die Entnahmeleistung und der erforderliche Leistungsbedarf der generell hydraulisch angetriebenen Fräsen sind sehr stark von der Futterart und der Futterstruktur abhängig. Während in Maissilage von allen Systemen Entnahmeleistungen von etwa 30 t/h zu erreichen sind, ist in Grassilage in Häckselgut (theor. Schnittlänge von 40–100 mm) können je nach Schnittlänge nur

noch Mengen von 7 bis 10 t/h entnommen werden. Die Vorschneideeinrichtungen bringen dabei vor allem in längerem Material eine leistungssteigernde Wirkung.

Die erforderliche Antriebsleistung für das gleichzeitige Entnehmen und Mischen ist neben den Futtereigenschaften von der Füllmenge im Wagen abhängig [11]. In Grassilage, der unter den Grundfutterarten am schwierigsten zu verarbeitenden Komponente, ist für verschiedene Wagenbauarten in Exakthäckseln bei einer Füllmenge von 1500 kg eine Antriebsleistung von 37 bis 46 kW erforderlich (Bild 4). Die vor allem von der Entnahmeleistung beeinflusste, spezifische Leistungsaufnahme einschließlich des Leerlaufs in der Größenordnung von 7 bis 9 kW bewegt sich dabei zwischen 14 bis 21 kW/dt und min. Im Ladewagengut ist in beiden Bewertungskriterien ein deutlicher Anstieg festzustellen. Dabei nimmt die erforderliche Antriebsleistung vom Kurzschnittladewagengut mit einer theoretischen Schnittlänge von 40 mm zum Schneidgut mit einem Messerabstand von 100 mm nur unwesentlich zu, da in dieser Futterstruktur die Funktionsgrenze erreicht und damit keine weitere Leistungsaufnahme ermöglicht wird. In dem ungünstigen Verhältnis von der insgesamt erforderlichen Antriebsleistung zum spezifischen Leistungsbedarf kommen die geringen Entnahmeleistungen zum Ausdruck.

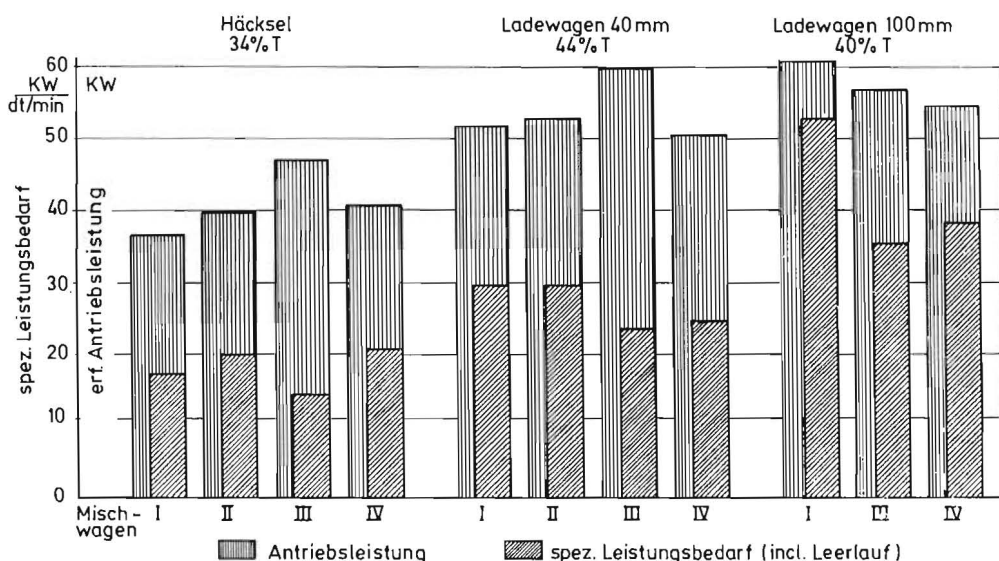


Bild 4: Erforderliche Antriebsleistung von Fräsmischwagen in Grassilage (Füllmenge 1500 kg)

Fig. 4: Needed kW of mixer wagons in grass silage (load weight 1500 kg)

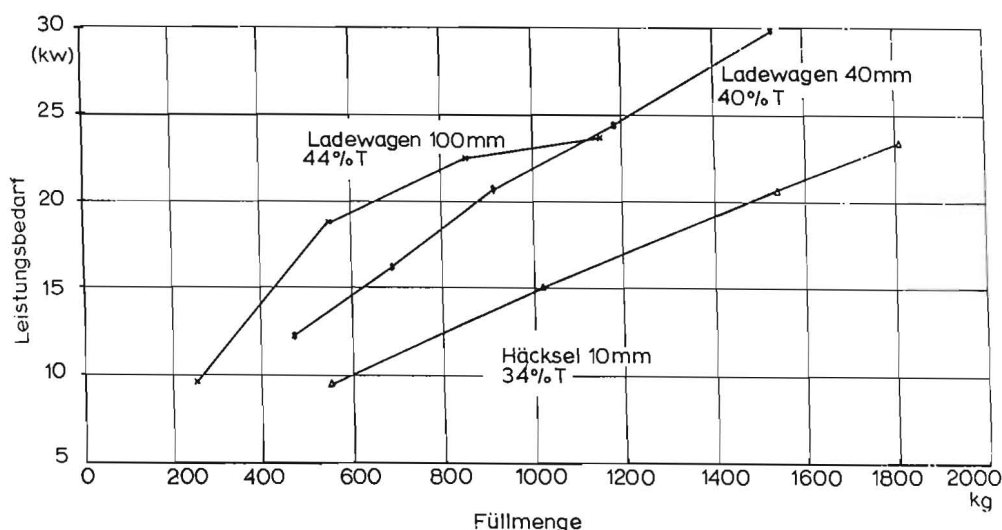


Bild 5: Leistungsaufnahme eines Futtermischwagens für das Mischen von Grassilage unterschiedlicher Struktur

Fig. 5: Needed kW of a mixer wagon for mixing grass silage with different structure

Durch die Messereinsätze an den Mischorganen wird die Funktionsfähigkeit der Mischwagen in Halmgütern wesentlich verbessert, da insbesondere bei längerem Material eine deutliche Nachzerkleinerung des Füllgutes eintritt. Der bei Kurzgut mit zunehmender Füllmenge eintretende lineare Anstieg der Leistungsaufnahme wird daher bei kontinuierlicher Befüllung und damit zunehmender Mischzeit in längerem Material abgeschwächt (Bild 5). Insgesamt kann die erforderliche Antriebsleistung der Mischwagen durch die Messereinsätze um etwa 30% reduziert werden [12].

Wiegeeinrichtungen

Wahlweise in die Mischwagen einbaubare, elektronische Wiegevorrichtungen ermöglichen eine exakte Bemessung der Einzelkomponenten und eine leistungsgerechte Zuteilung an unterschiedliche Tiergruppen. Bei sachgemäßer Justierung ist eine hohe Wiegegenauigkeit mit Abweichungen unter 1% der Sollmenge zu erreichen. Im Wiegeprozessor können verschiedene Rationen gespeichert werden, so daß eine neue Sollmengenvorgabe nur bei Rationsänderungen erforderlich ist. Eine Übergabe der Gewichtsdaten zum Betriebscomputer kann über eine Chipkarte oder eine serielle Schnittstelle vorgenommen werden.

Gruppenfütterung

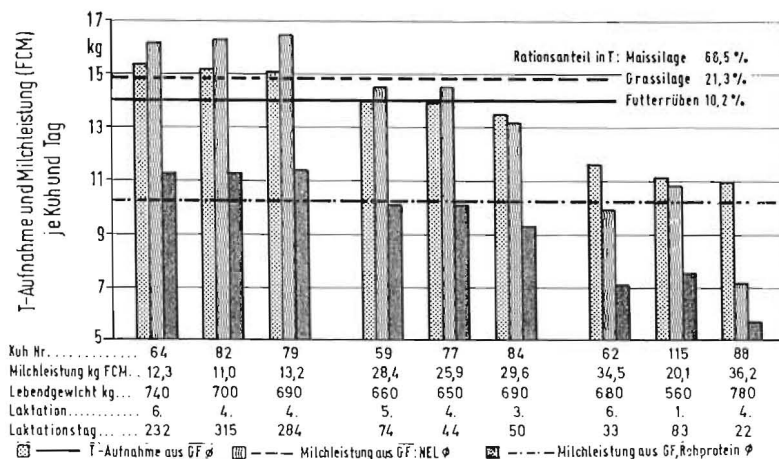
Für einen effizienten Einsatz und eine bestmögliche Verwertung des Grundfutters sollten in der Milchviehhaltung die energiereichen Komponenten in Mischungen an die hochleistenden und die geringeren Qualitäten an die spätlaktierenden Tiere verfüttert werden [13; 14]. Um die mit mechanischen Abtrennungen verbundenen Belastungen im Arbeitsablauf und im Tierverhalten zu umgehen, kann die Gruppierung mit elektronisch gesteuerten Selektionstoren am Futtertisch vorgenommen werden, während die Herde zum Melken und im Liegebereich als eine Einheit verbleibt. Die Zuordnung zur jeweiligen Leistungsgruppe ist über ein elektronisches Identifizierungssystem mit Hilfe eines Fütterungscomputers möglich.

Schätzung der individuellen Grundfutteraufnahme

Eine wichtige Information für eine leistungsgerechte Fütterung ist die Kenntnis der Verzehrsmenge des Einzeltieres. Da eine individuelle Vorlage im Praxisbetrieb einen sehr hohen technischen Aufwand erfordern würde, wird an Schätzprogrammen zur Erfassung der Futteraufnahme gearbeitet. Dabei gehen in die Schätzformel alle bekannten Einflußfaktoren auf den Futterverzehr ein, die sich sowohl auf das Tier wie Lebendgewicht, Leistung oder Laktationsstand, das Futter wie Trockenmasse, Energiegehalt oder Struktur

Bild 6: Tierindividuelle Grundfutteraufnahme und Milchleistung (Kalkulation nach multivarianter Schätzmethode)

Fig. 6: Individual roughage intake and milk yield (calculated by a multivariant estimation method)



sowie die Fütterungstechnik beziehen [15]. Nach diesem Schätzverfahren errechnen sich in einer Herde deutliche Unterschiede in der Futteraufnahme (Bild 6). Gegenüber der bisher herdeneinheitlich unterstellten T-Aufnahme des Grundfutters läßt sich damit eine wesentlich exaktere Bemessung des Kraftfutters nach der individuellen Tierleistung vornehmen. Auf diesem Wege ist eine wünschenswerte Verbesserung des gesamten Fütterungsregimes und eine ökonomisch bedeutsame Reduzierung der Futterkosten zu erreichen.

□ Zusammenfassung

In der Rinderhaltung kommen vermehrt tier- und umweltschonende Haltungssysteme sowie arbeits- und kostensparende Produktionsmethoden zum Einsatz. In der Milchviehhaltung führt die Entwicklung daher zum Laufstall, in dem das Melken und die Grundfutterfütterung besondere Beachtung verdienen.

Trotz geringerer Melkleistung werden in Milchviehbetrieben mit weniger als 40 Kühen (etwa 90% des Kuhbestandes der Bundesrepublik Deutschland stehen in diesen Betrieben) zunehmend Melkstände eingesetzt. Kleine Melkstände verringern die Arbeitsbelastung und erhöhen die Arbeitssicherheit. Für die umstellenden Betriebe ist der Einbau des Melkstandes gleichzeitig Anlaß zum Übergang auf Laufstallhaltung, die den Kühen freie Bewegungsmöglichkeiten bietet.

Von allen Techniken der Grundfutturvorgabe begünstigt vor allem der Futtermischwagen eine möglichst hohe Futteraufnahme. Neuzeitliche Entwicklungen in Form der Fräsmischwagen verbessern bei reduzierter Antriebsleistung und er-

höhter Funktionssicherheit die Arbeitsqualität von der Entnahme bis zur Vorlage im Trog. In Verbindung mit leistungsbezogener Gruppenfütterung und einer Schätzmethode zur individuellen Grundfutteraufnahme wird ein geschlossenes Fütterungssystem ermöglicht, das einen effektiven Einsatz aller Futterkomponenten zuläßt und einen wichtigen Baustein für eine kostengünstige Milchproduktion beiträgt.

□ Summary

In cattle husbandry animal and environment protecting systems of stalling and labour as well as cost saving production methods are more and more used. In dairying this development favors loose housing, where milking and roughage feeding especially have to be considered.

In spite of low milking rates the use of parlours in dairy cattle farms with less than 40 cows increases (about 90% of the cows in the Federal Republic of Germany are held on such farms). Small milking parlours reduce the work load and raise the work safety. With the use of a milking parlour the housing system will be changed to loose housing, which offers free movement to the cows.

Feeder mixer wagons support a high dry matter intake of roughage most of all feeding techniques. Improved systems of unloading and mixing wagons reduce labour effort, increase the reliability of function and raise up the work quality from the silo till the trough. In connection with group feeding according to the yield and an estimation method for individual feed intake a closed feeding system can be realized, which enables an effective use of all fodder components and gives an important assistance for a cost decreasing milk production.

15. Technik in der Schweinehaltung

Techniques in pig husbandry

H. Eichhorn, H.-P. Schwarz und G. Klement, Gießen

Die Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung sowie die Güllegesetzgebung in Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein erbrachten für die Hersteller von Stalltechnik für Schweine neue Aufgaben [1]. Dies hat auf der Ausstellung „Huhn & Schwein '89“ die ersten Auswirkungen gezeigt. Die Anbieter haben sich mit ihrem Angebot auf die besonderen nationalen Bedingungen einstellen müssen [2; 3]. Daneben ist die Einführung rechnergestützter Produktionsverfahren in die Innenwirtschaft weitergegangen [4].

Abruffütterung

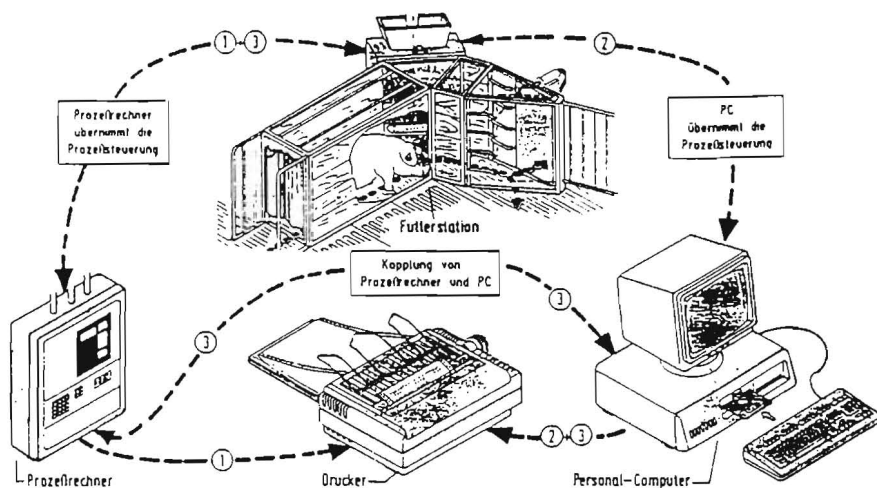
Im Vergleich zu den Ausstellungen 1987 war auf dem Sektor der computergesteuerten Abruffütterungen die Zahl der ausstellenden Firmen geringer, die Funktionalität der Stationen jedoch deutlich besser.

Die Bedeutung der Abruffütterung in der Sauenhaltung wird durch zwei Arbeiten [5; 6] dar-

gestellt, in denen praktische Hinweise für den Betrieb solcher Anlagen gegeben werden und eine Anwenderbefragung veröffentlicht wird. Abruffütterungsanlagen erbringen für die Sauenhaltung eine gute Möglichkeit, die Auflagen der Schweinehaltungsverordnung mit betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Forderungen in Einklang zu bringen (Bild 1). Um diese neue Technik besser nutzen zu können, sind Erfahrungsberichte über die Abruffütterung notwendig. Zu den Parametern Gruppengröße pro Station, Lernverhalten der Tiere, Raumaufteilung des Stalles und Erfahrungen mit Halsbändern, die bisher zu Schwierigkeiten in der Praxis geführt haben, wurden neue Ergebnisse veröffentlicht [7; 8]. Damit erhält der Landwirt weitere Entscheidungshilfen, die bei Anschaffung und Betrieb dieser Fütterungstechnik wichtig sind. So wird zum Beispiel die Umstellung von Tag- auf Nachtfütterung (Start 19.00 h) als vorteilhaft beschrieben und soll zur Beruhigung des Betriebs führen, da nachts weniger Tiere aktiv sind. Dadurch stehen die selektierten Sauen

Bild 1: Möglichkeiten der Prozeßsteuerung bei der Haltung von niedertragenden Sauen

Fig. 1: Practicabilities of process control in husbandry of early pregnant sows



morgens für die Trächtigkeitskontrolle oder zum Umtreiben in den Abferkelstall zur Verfügung. Die hohe Tieraktivität an der Futterstation und die dadurch steigende Zahl der aggressiven Tierbegegnungen verlangt eine Verlegung des Stationsausgangs weg vom Liegebereich, wobei sich ein außerhalb des Stalls befindlicher Vollspaltenboden als vorteilhaft erwiesen hat.

Ein neuer Einsatzbereich für die Abruffütterung ergibt sich in der Jungsauenaufzucht. Neben der Möglichkeit zur tierindividuellen Fütterung und Wachstumssteuerung fallen Daten über Zunahme und Futterverwertung des Einzeltieres an, die als Grundlage für die Selektion genutzt werden können [9]. Bedingung hierfür ist die kontinuierliche Erfassung der Tiermasse bei der Futteraufnahme in der Station [10].

Fußboden- und Klimagestaltung

Die ab 1992 geltenden Mindestanforderungen an Material und Ausführung für Spaltenböden, wie zum Beispiel 1,7 cm Spaltenbreite und 8,0 cm Auftrettsfläche werden vom KTLB [11] bestätigt. Für die Trittsicherheit von Böden ist eine Mindest-, für das Wohlbefinden der Tiere eine Höchsttrauhigkeit erforderlich. Die von diesen Anforderungen gesetzten Grenzen werden von unterschiedlichen Materialien unterschiedlich erfüllt [12]. Daneben unterliegen die Böden auch bestimmten Abnutzungsprozessen (Bild 2). Die Bedeutung von Bodenbeschaffenheit und Klima für das Wohlbefinden wurde in einem Wahlversuch mit tragenden Sauen nachgewiesen [13]. Eine weitere Neuheit in der Klimatechnik ist die Erfassung und Auswertung von Klimadaten mit dem PC. Für Aufzuchtferkel wurde das Nürtinger System vorgestellt, bei dem die Umluft von der Atemluft der Tiere getrennt wird [14]. Die Ferkel liegen in einer gut isolierten Warmluftbox und haben die Möglichkeit, den Kopf durch einen Plastikvorhang nach außen zu strecken (Bild 3). Die dort vorhandene, kühlere Atemluft weist durch einen höheren Luftwechsel gute Qualität auf.

Flüssigfütterung

Ein weiterer Schwerpunkt der Technik in der Schweinehaltung konnte im Jahr 1989 auf dem Gebiet der Fütterungstechnik verfolgt werden. Die Flüssigfütterung wird hier als Standardverfahren für größere Mastbestände angesehen. Den Forderungen der Landwirte nach exakter Ein- und Ausdosierung wurde in Untersuchungen von

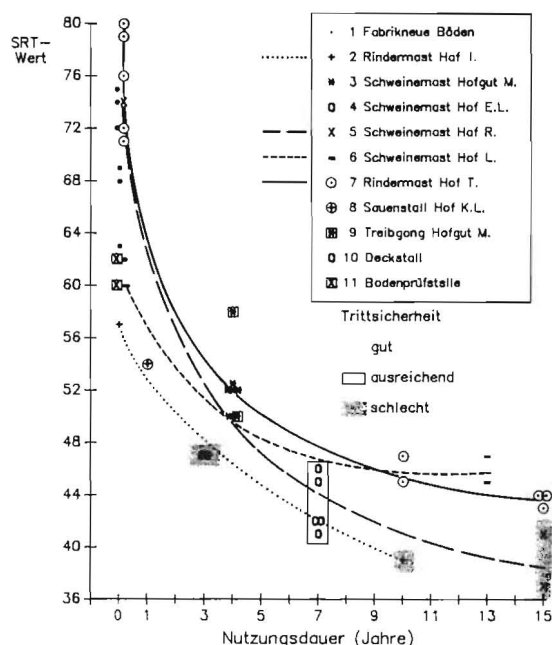


Bild 2: SRT-Werte auf Betonspaltenböden verschiedener Haltungsstufen in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer

Fig. 2: SRT-values on slatted floors of different use in dependence of age

Beck [15] und Schwarz [16] nachgegangen. Dabei ergibt sich beim Eindosieren ein gesicherter Unterschied zwischen elektronischer und elektro-mechanischer Wägung. Bei der Ausdosierung

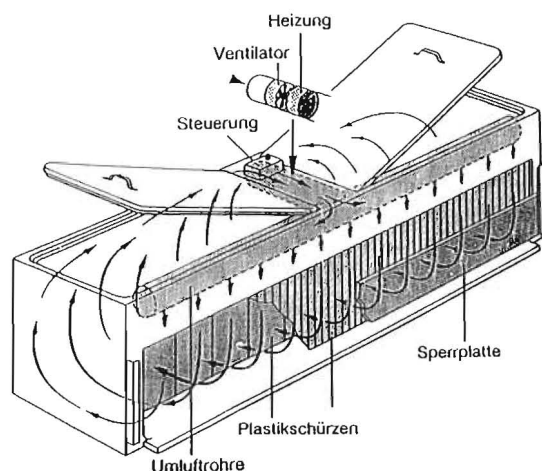


Bild 3: Das Nürtinger System im Modell

Fig. 3: The Nürtinger system in pattern

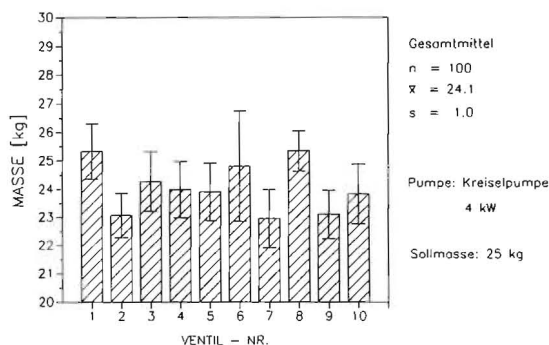


Bild 4: Ausdosierte Futtermasse über zehn Ventile

Fig. 4: Mass of feedstuff on ten valves

des Futterbreis sind Unterschiede in der Genauigkeit hinsichtlich Quantität und Qualität ermittelt worden (Bild 4). Die Steuerung von Flüssigfütterungsanlagen mittels Füllstandsmeldern im Trog [17] ist von der hygienischen Seite her nicht zu empfehlen. Besonders die Hygiene in Flüssigfütterungsanlagen stand 1989 immer wieder zur Diskussion, wobei neue Erkenntnisse in Zukunft erwartet werden können. Die Möglichkeit, bei Flüssigfütterungsanlagen zwischen zwei Fütterungen die Ration zu ändern, kann sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile bewirken. Mit Hilfe einer nährstoffangepaßten Fütterung kann bei gleichen Komponenten ein bis zu 40 DM höherer Deckungsbeitrag pro Mastschwein erzielt werden [18]. Darüber hinaus führt die wachstumsangepaßte Fütterung zu einer Reduktion von Phosphor und Nitrat in der Gülle.

Güllelagerung und -transport

Trotz steigender Anforderungen des Umweltschutzes ist eine grundsätzliche Änderung der Güllenutzung nicht notwendig. Probleme entstehen in erster Linie durch Gülleausbringung zum falschen, nicht pflanzenangepaßten Zeitpunkt. Zur Verbesserung der Situation kann die Schaffung von mehr Lagerkapazität und schlagkräftigeren Ausbringungsverfahren beitragen [19]. Dies

läßt sich zum Beispiel durch überbetriebliche Gülleausbringung erreichen. Bei Transportentfernungen von mehr als 10 km ist durch Teilung von Ausbringung und Transport mit „straßenge-rechten Fahrzeugen“ ein zusätzlicher Vorteil zu erzielen [20].

□ Zusammenfassung

Geprägt durch neue Gesetze und Verordnungen auf dem Sektor Schweinehaltung lagen die Schwerpunkte der Veröffentlichungen auf den Gebieten Güllewirtschaft und Abruffütterung. Der überbetriebliche Einsatz schlagkräftiger Technik für Gülletransport und -ausbringung zeigt neue Perspektiven bei der Nutzung des wirtschafts-eigenen Düngemittels an.

Die computerunterstützte Gruppenhaltung gewinnt nicht nur in der Ferkelproduktion an Bedeutung, sondern findet auch in anderen Bereichen der Aufstellung und Versorgung von Schweinen Anwendung.

Bei der Flüssigfütterung stand die Hygiene mehr denn je im Vordergrund. Hohe Tierleistungen und daraus folgend hohe Deckungsbeiträge lassen sich nur durch exakte Hygienemaßnahmen in der Schweinehaltung verwirklichen.

□ Summary

Due to new legislation in the area of pig husbandry, the main points of the publication were in the liquid manure management and electronic sow feeding. The use of advanced technology by several farmers together for transportation and distribution of semiliquid manure opens new possibilities for the application of this farm produced fertilizer.

The computer supported group husbandry is gaining not only for the production of piglets, but can be used in other areas as well. The most important point with liquid feeding was hygiene. High performance and corresponding high income can only be realized by exact hygiene measures.

16. Energietechnik (Alternative Energien)

Energy engineering (renewable energies)

H. Sonnenberg und W. Baader, Braunschweig

Einsatz technischer Energie

Die Verwendung von technischer Energie in der Landwirtschaft ist in der Bundesrepublik Deutschland, gemessen am gesamten Primärenergieverbrauch, mit nur rund 1% als gering zu bewerten. Die dafür notwendigen Aufwendungen hatten jedoch 1987 an den gesamten Vorleistungen der Landwirtschaft einen Anteil von etwa 15%.

Wenn der Aufwand an Energie seit etwa zehn Jahren stagniert, und das bei gleichzeitig steigender Produktion und Produktivität, so ist das im wesentlichen auf Einsparungsmaßnahmen, verbesserte Maschinenwirkungsgrade und effektiveren Maschineneinsatz zurückzuführen.

Einer umfangreicheren Nutzung regenerativer Energiequellen, wie Sonne, Wind, Wasser oder Biomasse, steht trotz zum Teil bereits weit entwickelter Technik im wesentlichen die mangelnde Wirtschaftlichkeit entgegen [1]. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energiemarkt wird 1986 mit nur 2,4% und 1988 mit gut 3% angegeben.

Dennoch gewinnen in der Landwirtschaft alternative Energien zunehmend an Bedeutung, und dies nicht nur, weil aus der Nahrungsmittelproduktion freiwerdende landwirtschaftliche Nutzflächen für die Produktion von energetisch nutzbaren Pflanzen in Zukunft mehr und mehr zur Verfügung stehen werden, sondern auch weil die Rücksicht auf die Umwelt zur Entwicklung energiesparender landwirtschaftlicher Produktionsverfahren zwingt [2].

Einsparung von Energie

Das größte und auch mit der bereits vorhandenen Technik erschließbare Energiepotential wird in der Einsparung, also im rationellen Energieeinsatz sowie in der Vermeidung von Energieverlusten, gesehen. Spareffekte können erreicht werden durch verbesserte Technik, durch zweckvollere Prozeßführung, durch geänderte Pro-

duktionsverfahren, durch Wärmedämmungsmaßnahmen, durch Wärmerückgewinnung oder Nutzung von Abwärme. Als Beispiel für verbesserte Technik zu Heizzwecken sei die Entwicklung des Brennwertkessels genannt, der gegenüber der Verwendung herkömmlicher Kessel eine Einsparung von 15 bis 20% verspricht [3; 4].

Energie aus der Sonneneinstrahlung

Die Tatsache, daß der jährliche Gesamtenergieverbrauch für das Gebiet der Bundesrepublik nur rund 1% der jeweiligen solaren Einstrahlung ausmacht [5], zeigt, welch enormes Potential hier grundsätzlich zur Verfügung steht. Seine Nutzung über die Solarthermik hat bereits einen anwendungsreifen Entwicklungsstand erreicht. So stehen heute bereits leistungsfähige Kollektoren und Absorber zur Verfügung. Aber auch durch klimagerechte bauliche und architektonische Maßnahmen, wie etwa die optimale Gestaltung und Ausrichtung von Gebäuden und Fensterflächen auf hohes Absorptions- und Speichervermögen, kann ein großer Solarenergiegewinn während der Heizperiode erzielt werden.

Werden Kollektoren im allgemeinen vornehmlich zu Heizzwecken und zur Bereitung von Warmwasser eingesetzt, so finden diese Entwicklungen auf dem landwirtschaftlichen Sektor ihren Niederschlag insbesondere bei der Energieversorgung von Trocknungsanlagen. Als Beispiel sei ein von der Universität Hohenheim entwickeltes System genannt, bei dem über die Absorptionsflächen eines Foliengewächshauses Solarwärme für die Trocknung von Heil- und Gewürzpflanzen gewonnen wird; konventionelle (elektrische) Energie wird nur in relativ geringem Umfang zum Antrieb der Gebläse benötigt. Der Satztrockner mit einem Fassungsvermögen von 3 t Frischmasse (zum Beispiel Pfefferminze, Salbei, Hopfen) reduziert den Feuchtegehalt auf schonende und qualitätserhaltende Weise bis auf 11% [6]. In ab-

gewandelter Form als Tunneltrockner hat sich dieses System auch unter humiden Witterungsbedingungen in Indonesien bei der Trocknung von Kaffee, Kakao und Kokosnüssen bewährt, wo Trocknungszeitverkürzungen gegenüber der natürlichen Sonnentrocknung von 30 bis 40% erreicht werden [7].

Die Nutzung der Sonnenenergie mit Hilfe der Photovoltaik erschließt mit elektrischem Strom ein breites Anwendungsgebiet. Allerdings handelt es sich um Gleichstrom, in der Regel mit einer Spannung von 12 oder 24 V, der starken witterungs-, insbesondere temperaturbedingten Schwankungen unterliegt. Sofern eine Dauerversorgung erforderlich ist, werden zusätzliche Batteriespeicher oder Kombinationen mit anderen Energielieferanten (zum Beispiel Windgeneratoren) unumgänglich.

Mit Solarzellen aus Silizium, Cadmiumsulfid/Kupfersulfid oder Galliumarsenid können bei Serienfertigung Wirkungsgrade von 11 bis 17% erreicht werden [8; 9]. So können bei einer Sonneneinstrahlung von rund 1000 W/m^2 im norddeutschen Raum je Quadratmeter Solarzellen-Fläche bis zu etwa 170 W gewonnen werden. Große Ausbeuten (bis zu 310 W/m^2) werden in Zukunft von Tandem-Zellen erwartet [10]. Der Preis für photovoltaisch erzeugten Strom, man erwartet 0,40–0,80 DM/kWh für Großanlagen, liegt erheblich über dem für Netzstrom, jedoch niedriger als dieselektrisch erzeugter oder aus Batterien gezogener Strom. Sein Anwendungsschwerpunkt liegt in der dezentralen Stromerzeugung für Bewässerungszwecke, für Weidetränken, für die Fischteichbelüftung, für die Versorgung netzferner Ställe und für ähnliches [9].

Energie aus der Windkraft

In windreichen Gebieten kann mit einer Energieeinflußdichte von 300 bis 700 W/m^2 gerechnet werden. Windbegünstigte Gebiete befinden sich in den Küstenregionen Norddeutschlands sowie in den Mittelgebirgslagen.

Die Vielzahl unterschiedlicher Windenergiekonverter, vom kleinen, langsam laufenden Windrad bis zum schnelllaufenden Propeller mit vertikaler oder horizontaler Achse, findet ihren Einsatz je nach Windangebot und Verwendungszweck. Generell wird jedoch eine Windstärke von mindestens 3 Beaufort beziehungsweise eine Windgeschwindigkeit von 4 m/s benötigt.

Kleine Konverter dienen meist der Direktnutzung der mechanischen Energie als Maschinen-

antrieb oder auch mittels Wasserwirbelbremsen zur Heizung und manchmal zum Betrieb dezentraler, angepaßter elektrischer Verbraucher. Größere Anlagen – und dahin geht der Trend – finden ihren Einsatz, auch in Gruppen (Windparkanlagen), zur Erzeugung elektrischen Wechselstromes (zum Beispiel auf den Inseln Pellworm, Helgoland, Fehmarn und im Oberharz) [11].

Die Windenergienutzung steht an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit. Bei Amortisationszeiten von fünf bis sieben Jahren kann heute bei preisgünstigen Anlagen mit Stromerzeugungskosten von etwa 0,30 DM/kWh gerechnet werden [12].

Energie aus der Umgebung

Die Energieform ist Wärme, die – im oberirdischen Bereich auch wiederum der Sonneneinstrahlung entstammend – in der Luft, dem Wasser (Flüsse, Meer, Grundwasser) und in der Erde gespeichert ist. Da für die meisten Einsatzfälle das angebotene Temperaturniveau zu niedrig liegt, erfolgt die Verwertung in der Regel über Wärmepumpen.

Für Heizungsanlagen, die als Wärmequelle die Umgebungsluft nutzen, empfehlen sich bivalente Anlagen. Im Einsatzbereich oberhalb $+2^\circ\text{C}$ Außentemperatur kann die Wärmepumpenanlage 2/3 der Jahresheizwärme decken, und zwar mit einer Leistungsziffer von bis zu 3. Die konventionelle Warmwasserheizanlage braucht nicht verändert zu werden; die erreichbaren Vorlauftemperaturen von 55 bis 60°C genügen. Bei niedrigerer Außentemperatur wird ein Ölheizkessel zugeschaltet [8]. Entsprechend kann verfahren werden, wenn als Wärmequelle Wasser, also ein Bach- oder Flußlauf, verfügbar ist. Auch kann zu diesem Zweck Grundwasser aus einem Saugbrunnen entnommen und nach dem Wärmeentzug in einen, im notwendigen Abstand vorgesehenen Schluck-Brunnen wieder zurückgegeben werden. Unabhängig von der Jahreszeit läßt sich Grundwasser meist mit einer gleichbleibenden Temperatur von 8 bis 10°C fördern. Mit einer Temperaturabsenkung um 5 K werden zur Heizung eines Wohnhauses etwa 13 bis 16 l/h Grundwasser je m^2 beheizter Wohnfläche benötigt. Dabei lassen sich Leistungsziffern von bis zu 3,6 erreichen. Die Wirtschaftlichkeitsgrenze dürfte heute etwa bei einem Grundwasserspiegel von oberhalb 20 m Tiefe angesiedelt sein [8].

Dient der Erdboden als Wärmequelle, so empfehlen sich feuchtlehmige Böden, in die in etwa 1,5 m Tiefe Kunststofffrohrschnangen – durch-

strömt von mit Frostschutzmittel gemischtem Wasser – verlegt werden. Man rechnet mit einem mittleren Wärmeentzug von 15 bis 30 W/m², so daß eine Bodenfläche von etwa der doppelten Größe der zu beheizenden Wohnfläche erforderlich ist. Erdreich-Wärmepumpen erreichen Leistungsziffern von 3,4 [8].

In der Landwirtschaft wird der Erdboden als Wärmetauscher genutzt, um in Schweineställen das angestrebte Stallklima zu stabilisieren.

Energie aus Biomasse und organischen Reststoffen

Es wird damit gerechnet, daß in der EG bis zur Jahrtausendwende landwirtschaftlich zur Nahrungsmittelproduktion genutzte Flächen von etwa 10 Mio. ha freigesetzt werden. Darauf erzeugte nachwachsende Biomasse könnte neben der Verwendung als Industrierohstoff einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Durch den über die Bereitstellung und Verwertung dieser Energie geschlossenen CO₂-Kreislauf wird eine zusätzliche CO₂-Belastung der Atmosphäre vermieden.

Drei Pflanzen-Gruppen stehen hier im Vordergrund:

- Lignozellulosehaltige Pflanzen, wie Kurzumtriebspflanzen (schnellwachsende Baumarten), Gräser und Getreide;
- Ölfrüchte, wie Raps, Sonnenblumen, Soja und Öllein;
- Stärke- und zuckerhaltige Pflanzen, wie Kartoffeln, Rüben, Zuckerhirse, Getreide, Mais, Topinambur und Zichorie.

Über physikalische, chemische oder biologische Konversion können Energieträger wie Pflanzenöl, Schwachgas, Ethanol und Biogas oder direkt Wärme-Energie gewonnen werden [13].

Gewinnung von Pflanzenöl

Als Rohstoffpflanze kommt in der Bundesrepublik Deutschland dem Raps eine besondere Bedeutung zu, da er hier die höchste flächenbezogene Ölausbeute liefert [14]. Das Öl kann zur Gewinnung von Wärme stationär verbrannt oder als Dieselmotorkraftstoff-Substitut verwendet werden [15]. Die Konversionsverfahren sind bekannt und erprobt. Die Energiebilanz ist günstig. Die in der Landwirtschaft jährlich verbrauchte Menge an Dieselmotorkraftstoff von 1,4 Mio. t könnte durch Rapsöl ersetzt werden, für dessen Bereitstellung eine

Anbaufläche von etwa 1,3 Mio. ha erforderlich wären.

Die motorische Verwendung des Öles kann entweder direkt in speziell entwickelten Pflanzenölmotoren (Duotherm-Motoren, Wirbelkammermotoren) oder nach Veresterung des Öls in konventionellen Dieselmotoren erfolgen. Beide Varianten werden in ausgedehnten Modellvorhaben praktisch erprobt. Die motorisch relevanten Kennwerte von Rapsöl beziehungsweise Rapsöl-Methylester, wie beispielsweise Heizwert und Verbrauch, sind fossilem Dieselmotorkraftstoff durchaus vergleichbar (Tafel 1) [16].

Gewinnung von Wärme durch Verbrennung von Biomasse

Begünstigt durch den natürlichen hohen Trockenmassegehalt bieten sich zur Verbrennung besonders Lignozellulosen wie Holz und Stroh an. In der Bundesrepublik Deutschland wurden 1986 rund 1,5 Mio. t Holz zur Wärmeenergiegewinnung genutzt. Bei der Produktion und Verarbeitung von Holz fällt jährlich Rest- und Abfallholz an, dessen Energieinhalt etwa dem dreifachen dieser Menge entspricht. Zur Evaluierung besonders raschwüchsiger Baumarten werden große Anstrengungen unternommen. Umtriebszeiten (Erntezyklen) von 2 bis etwa 15 Jahren werden vor allem bei Pappeln und Weiden erwartet. Auf einer geschätzten Fläche von etwa 0,5 Mio. ha könnten jährlich bis zu 6 Mio. t Holztrockensubstanz energetischer Verwertung zur Verfügung stehen [17; 18].

Von den knapp 30 Mio. t Stroh pro Jahr wären etwa 6 Mio. t für energetische Zwecke verfügbar. Bei einem Feuchtegehalt von 16% könnten rund 5 kg Stroh 1 l Heizöl ersetzen [8].

Der Markt bietet eine Reihe spezieller Ofenkonstruktionen, die das Verbrennen von lose, gehäckselten oder zu Ballen verschiedener Größe gepreßtem Stroh gestatten. Die Technik hat einen hohen Reifegrad erreicht und kann den unterschiedlichsten Anwendungsfällen angepaßt werden [19; 20].

Diskutiert wird auch die Energiegewinnung aus Pflanzen, die traditionell der Nahrungsmittel- oder Futtererzeugung dienen, wie etwa Mais und Zuckerhirse oder auch Weizen [21; 22].

Gewinnung von Schwachgas

Durch Vergasung (Verschmelzung, Pyrolyse) läßt sich ein ortsunabhängig einsetzbarer Energieträger in Form von Schwachgas gewinnen. Als

Tafel 1: Kennwerte von Rapsöl und Rapsöl-Methylester im Vergleich mit Dieseldieselkraftstoff (Die Klammerwerte wurden an Markenkraftstoff ermittelt) [18]**Table 1:** Characteristics of rape oil and methylester of rape oil compared with Diesel oil (The data in brackets were found with branded fuel) [18]

Kennwert		Diesel- kraftstoff	Rapsöl, raffiniert	Rapsöl- Methylester
vol. Heizwert	MJ/l	35,2	34,4	32,7
(Energie-) Verbrauchs-Verhältnis	1	1	1,02	1,07
kin. Viskosität (20°C)	mm ² /s	1,2 – 10 (4)	98	6,3 – 8,1
Zündwilligkeit (Cetanzahl)	1	> 45 (50)	51	54

weiterer Vorteil gegenüber der Verbrennung muß gewertet werden, daß der Prozeß organische Materialien auch höheren Feuchtegehalts nutzen kann. Am weitesten entwickelt sind Fest- oder Wirbelbett-Vergasungsanlagen für Hackholzschnitzel. Die erreichbaren energetischen Wirkungsgrade sind systemabhängig und sehr unterschiedlich. Bei der Strohvergasung lassen sich gut 40% der gebundenen Energie im Generatorgas (Synthesegas, Schwachgas) wiederfinden. Der Heizwert beträgt um 4 bis 7 MJ/Nm³.

Gewinnung von Ethanol

Durch Fermentation läßt sich Alkohol aus zuckerhaltigen Pflanzen direkt, aus stärkehaltigen Pflanzen nach enzymatischem Aufschluß gewinnen. Getreide, Kartoffeln, Zuckerhirse, Topinambur und Beta-Rüben lassen auf den Hektar Anbaufläche bezogene Alkoholerträge von 2 000 bis 6 000 l erwarten. Herkömmliche Ottomotoren können das so gewonnene Ethanol als Benzin-Zumischung verarbeiten, bis etwa 5% ohne und bis etwa 30% mit Anpassung am Motor. Für Dieselmotoren müssen Zündbeschleuniger zugesetzt oder Veränderungen am Motor vorgenommen werden. Im Versuchsstadium befinden sich auch Motoren mit zwei getrennten Einspritzsystemen für Dieseldieselkraftstoff und Ethanol.

Mit Zuckerrüben lassen sich etwa 40% der gebundenen Sonnenenergie auf diese Weise technisch verfügbar machen. Bei Rüben-Erträgen von 500 bis 800 dt/ha könnten in der Bundesrepublik Deutschland etwa 8% der Ackerfläche den Kraftstoffbedarf der Landwirtschaft decken.

Die Destillationsrückstände (Schlempe) liefern neben Futterstoffen für Wiederkäuer auch erhebliche Mengen an Energie in Form von Biogas, das bei der Reinigung des Abwassers gewonnen wird. Trotz dieser zusätzlichen Wertschöpfung ist die umweltneutrale Entsorgung der verbleibenden Reststoffe mit einem erheblichen Kostenaufwand verbunden [8; 23]. Die Wirtschaftlichkeit des Ethanols, abhängig vom Austauschwert gegenüber Erdölprodukten, scheint in absehbarer Zeit nicht gegeben. Hoffnungen auf eine positive Entwicklung werden unter anderem auf eine Reduzierung der Rohstoffkosten gesetzt [24].

Gewinnung von Biogas

Geeigneter Ausgangsstoff für Biogas ist feuchte Biomasse, die als Reststoff in der landwirtschaftlichen Tier- und Pflanzenproduktion sowie auch als Grünmasse bei der Grünbrache oder der Landschaftspflege anfällt.

Das von den landwirtschaftlichen Reststoffen angebotene Energiepotential entspricht einem Heizöläquivalent von etwa 4 000 bis 6 000 Mio. l/a. Es wird derzeit lediglich zu etwa 0,05% genutzt. Allein aus der jährlich anfallenden Rübenblattmenge ließe sich ein Heizöläquivalent von über 200 Mio. l gewinnen. Die ausgefaulten Rückstände können als geruchsarmer, wertvoller Dünger Verwendung finden [25].

Für den Prozeß stehen substratspezifische technische Verfahren zur Verfügung. Zusammensetzung, Konsistenz, Anteil abbaubarer Substanz sowie Anteil gelöster beziehungsweise partikulärer Substanz bestimmen das zu verwendende

System. So können flüssige landwirtschaftliche Reststoffe, feststoffarme Abwässer oder feste pflanzliche Reststoffe mit jeweils angepaßten Anlagen konvertiert werden.

In der Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland arbeiten zur Zeit etwa 100 Anlagen. Sie werden ausschließlich mit Flüssigmist betrieben. Ihre Größe und Größenverteilung sowie die Herkunft (Tierart) des Ausgangssubstrats zeigt Bild 1. Die von diesen 100 Anlagen erzeugte Methanmenge wird auf etwa 2 bis 3 Mio. m³/a geschätzt.

Die Erzeugung von Biogas zwecks Substitution fossiler Energieträger hat aufgrund deren relativer Preiswürdigkeit an Bedeutung verloren. Demgegenüber wächst das Interesse an dieser Technik aus Gründen des Umweltschutzes. Landwirtschaftliche und agroindustrielle Abfälle und Abwässer lassen sich umweltneutral entsorgen und liefern nutzbringend verwertbares Biogas [25; 26].

□ Zusammenfassung

Das größte Potential zur Schonung knapper energetischer Ressourcen bietet nach wie vor die Einsparung an Energie, und das mit einer bereits verfügbaren Technik. Quellen erneuerbarer Energien sind vornehmlich Sonne, Wind und Biomasse.

Windenergie bietet sich als Ergänzung zur Sonnenenergie an, da sie auch nachts und während der trüben Jahreszeit genutzt werden kann. Nachwachsende Biomasse zusammen mit der Vielzahl organischer Rest- und Abfallstoffe läßt sich mit einer Reihe unterschiedlicher Verfahren sowohl in feste und flüssige als auch in gasförmige Energieträger konvertieren, soweit sie nicht unmittelbar zur Wärmezeugung genutzt wird.

Forschung und Entwicklung sind fortgeschritten. Die Arbeiten dienen neben der Sicherung zukünftiger Energieversorgung auch wesentlich der Erhaltung der Umwelt. Bedarf besteht noch in dem praktischen Einsatz und der Erprobung. Die hiermit erreichte Auswahl und Konzentrierung

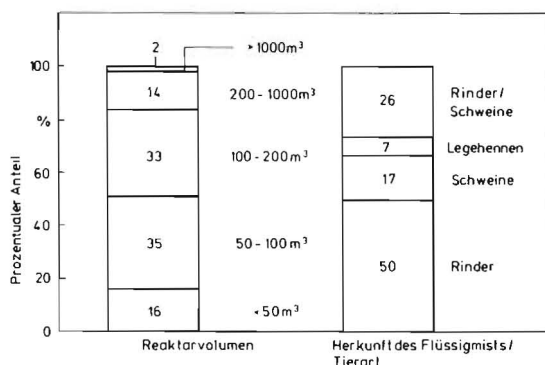


Bild 1: Größe, Größenverteilung und Verwendungsart landwirtschaftlicher Biogasanlagen in der Bundesrepublik Deutschland [26]

Fig. 1: Size, size dispersion and kind of utilization of agricultural biogas plants in the Federal Republic of Germany [26]

auf die zweckmäßigsten Verfahren tragen auch zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei.

□ Summary

The biggest potential to preserve limited energy resources now as before offers the saving of energy, and that with already available engineering. Sources of renewable energies are chiefly the sun, wind, and biomass.

Wind energy offers itself as supplement to solar energy, because it can also be used by night and during full time of the year. Renewable biomass together with the multitude of organic residues is convertible by several various processes as well to solid and liquid as to gaseous fuels or can be used directly for heat production.

Research work and development have made progress. The projects serve besides the securing of future energy provision also essentially the preservation of the environment. Demand is still extant in practical use and testing. The herewith obtained selection and concentration at the most appropriate procedures improve also the economy.

17. Agrartechnik in den Tropen und Subtropen

Agricultural engineering

in the tropics and sub-tropics

F. Wieneke, Göttingen

Gespanntechnik

Als Energielieferant für Ackerarbeiten haben die Zugtiere in den Entwicklungsländern auch heute noch große Bedeutung; mit Zugtieren wird 53% Ackerfläche bearbeitet gegenüber 26% in Handarbeit und 22% mit Traktoren [1]. So befaßt sich eine Reihe von Arbeiten mit einer exakten Ermittlung der Arbeitsbedingungen für die tierische Anspannung. Neben der Zugkraft werden die Zugwinkel, die Puls- und Atemfrequenz, die Klimadaten, die Körpertemperatur sowie die Schrittzahl elektronisch aufgenommen [2]. Vom Central Institut of Agricultural Engineering in Bhopal, Indien, wurden diese Werte für die Arbeit mit einem lokalen Pflug (bakher) für ein Sägerät und für einen gezogenen Geräteträger ermittelt [3].

In einer mexikanischen Studie wurden die Zugkräfte, die Zugleistungen, die Flächenleistungen eines Ochsenpaares für das Pflügen, Scheibeneggen, Häufeln, Grubbern und für Transportarbeiten ermittelt [4]. Die Leistungsfähigkeit der Tiere und ihre Arbeitsgeschwindigkeit läßt mit der Arbeitsdauer stärker als bisher angenommen nach (Bild 1).

In vielen Ländern mangelt es an Devisen, um die Motor-Technik rasch einzuführen sowie die Ersatzteilversorgung und den Kraftstoff sicherzustellen. So wurde, wie in Bangladesh, versucht, die Motorenenergie auch für den Pumpenbetrieb einzusparen, und eine Kolbenpumpe für den Antrieb durch Ochsen gebaut [5].

Mit den gewonnenen Daten wird die Basis für Entwicklung von Geräten und für den Einsatz der Gespanne sicher erweitert und gefestigt.

Es erhebt sich indes die Frage, ob hier nach Jahrhunderten empirischer Entwicklung dem Gebiet der Gespanntechnik noch ein nennenswertes Potential für den technischen Fortschritt beizumessen ist. Nur in wenigen Fällen wird noch von einer gewissen Verbesserung der Gespanngeräte berichtet, wie bei einem Streichblechpflug für Laterit-Böden [6].

Hinzu tritt bei der tierischen Anspannung die Problematik der an sich relativ geringen Schlagkraft, der Kosten und in vielen Regionen der zunehmenden Landknappheit bei rasch wachsender Bevölkerung.

In diesem Zusammenhang sei eine Studie von Uddin und Farouk [7] genannt, die den Einsatz von kleinen Traktoren, Einachsschleppern und Ochsen-Gespannen für die Operation des Puddling (Vermischen des nassen Bodens für das Pflanzen von Reis) vergleicht. Wie Tafel 1 zeigt, erweist sich der kleine Traktor als die kostengünstigere Lösung.

In den Tropen und Subtropen erreicht die Bodenerosion durch Wasser und Wind noch sehr viel größere Ausmaße als in den gemäßigten Zonen. So stehen im Vordergrund weiterhin Arbeiten mit dem Ziel, durch reduzierte Bodenbearbeitung und Mulchsysteme die Erosion zu vermindern [8]. Als neues Gerät zur mechanischen Strukturierung der Bodenoberfläche ist der „chain diker“ zu nennen (Bild 2); eine mit starken Blechplatten besetzte Kette rollt stehend auf dem Boden ab und

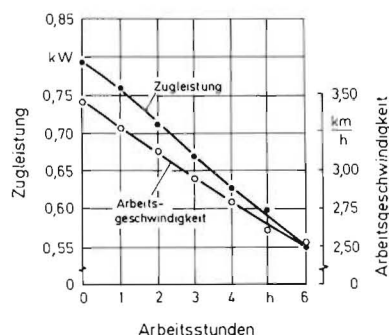


Bild 1: Einfluß der Arbeitsdauer auf das Leistungsvermögen und die Arbeitsgeschwindigkeit eines Ochsenpaares [4]

Fig. 1: The effect of working hours on the average power output and speed of a pair of bullocks [4]

Tafel 1: Arbeitszeit- und Kostenvergleich für das Puddling [7]

Table 1: Working time and costs for puddling [7]

Energiebedarf	Arbeitsbedarf h/ha	gesamte Kosten der Arbeitserledigung Ta ka/ha
2 Ochsen (0,46 kW)	45.45	2 533.84
Einachstraktor (7,5 kW)	8.13	1 342.65
kleiner Vierradtraktor (20 kW)	4.72	1 176.04

hinterläßt eine Vielzahl kleiner Becken, welche die Niederschläge aufnehmen können [9].

Für die schwierige Arbeit des „Puddling“ (Ver-mischen des Bodens im Naßreisanbau) wurden 13 verschiedene Bearbeitungsverfahren erprobt. Das Pflügen, gefolgt von einer 24stündigen Bewässerung, das sich anschließende Überrollen einer mit schneckenförmigen Blättern besetzten Walze und ferner einer mit Nocken besetzten Walze erwies sich als eine gute Arbeitsfolge auf den schwarzen Lehm Böden Indiens [10].

Pflanzen

Eine alternative Methode für das Pflanzen von Zuckerrohr wird vorgestellt; in Becken vorgezo-gene Pflanzen werden mit einem Topfpflanzgerät



Bild 2: Der „chain-diker“ formt kleine Becken von etwa 40 x 20 x 10 cm in durch Grubbern oder Scheibenegge vorgelockerte Böden und von etwa 29 x 10 x 7 cm in bewachsenen Böden [9]

Fig. 2: The chain-diker forms small basins of approximately 40 x 20 x 10 cm in a soil which has been loosened previously by chisle ploughs or disc harrows and small basins of approximately 29 x 10 x 7 cm in covered soils

in den Boden eingesetzt [11]. Mehrere konventionelle Stengelpflanzgeräte für Zuckerrohr wurden im Vergleich zum Handpflanzen bewertet [12]. Kriterien waren die Beschädigung der Stengelabschnitte und die Gleichmäßigkeit der Einlage in den Boden.

Für das Pflanzen von Süßkartoffeln wurde eine neue Maschine für die Handeinlage mit einem umlaufenden Kettenband entwickelt [13].

Säen

Die einfachen Steckpflanzgeräte wurden weiterentwickelt. Die weltweit verschiedenen Ausführungsformen wurden getestet und in einer Übersicht zusammengestellt [14].

Das Säen von Reis in verschiedenen Varianten als Alternative zum Pflanzen wurde in Pakistan erneut aufgegriffen, unter den dort vorliegenden Bedingungen offenbar mit Erfolg [15; 16]. Ein gespannggezogenes Sägerät zeichnet sich durch eine einfache Dosiereinrichtung aus [17].

Applikation von Dünger

Die Applikation von Flüssigdünger im Naßreisanbau wurde mit neuen Injektionsgeräten auf den Philippinen erprobt [18]. Um einer zu raschen Auflösung von gekörntem Dünger auf nassen Reisfeldern zu begegnen, befassten sich indische Versuche mit der Ablage von grobkörnigem Mineraldünger mit einem Durchmesser bis zu 1,5 cm, mit Abständen in der Ablage von 15 cm [19].

Erntetechnik

Institute in Pakistan und Indien führten die Entwicklung des Reapers (Mähswader) für Reis und Weizen, der in großem Umfang in Südostasien Eingang gefunden hat, weiter [20; 21]. Kör-

nerverluste von 30 bis 80 kg/ha für das Mähen verschiedener Sorten werden angegeben. Die Dreschleistung eines motorangetriebenen, stationären Reisdreschers könnte bei relativ niedrigen Umfangsgeschwindigkeiten der Abstreiftrommel von 10 bis 15 m/s gesteigert werden [22]. Ein Statusbericht bietet eine Übersicht über die Möglichkeiten der Mechanisierung der Ernte von Sojabohnen in Indien [23]. Eine Erntemaschine für Kamillen entwickelte das Institut für Mechanisierung in Novi Sad/Jugoslawien.

Trocknung

Für koreanische Kleinbauern wurde ein Belüftungstrockner für Reis entworfen und getestet, der unter Verwendung lokaler Materialien von den Farmern selbst gebaut werden kann [24]. Die Solarenergie wird für die Tunneltrocknung von Kaffee, Kakao und Kokos genutzt [25].

Durch Nutzung der Solar-Energie mittels Dachkollektoren und Wärmerückgewinnung aus der Abluft kann auch der hohe Energieaufwand bei der Trocknung von schwarzem Tee gesenkt werden [26].

Weiterverarbeitung

Geräte, Maschinen und Einrichtungen für die Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte der Tropen und Subtropen werden vielfach in voller Kette von lokalen Handwerkern hergestellt. Es sind dies meist Anlagen kleinerer oder mittlerer Kapazität für die Verarbeitung auf Dorf- oder Genossenschaftsebenen. Als Beispiel hierfür sei ein Status Report über die Verarbeitungsmaschinen für Hülsenfrüchte in Indien genannt [27].

Das Schneiden von Zuckerrohrstengeln in stationären Anlagen ist mit einem Wasserstrahl möglich, der aus einer Düse von 0,36 mm unter einem Druck von 400 MPa austritt [28]. Die Verdaulichkeit von Bagasse (abgepreßte Zuckerrohrstengel) konnte durch Zugabe von NaOH um 5%-Punkte erhöht werden [29].

Für das Abpressen von Öl aus der Conophor-Nuß werden die optimalen Drücke, Temperaturen und Verweilzeiten angegeben [30]. Die Nutzung von Mikrowellenenergie für das Parboiling von Reis erscheint technologisch sinnvoll und wirtschaftlich [31].

Allgemeine agrartechnische Entwicklung

Die agrartechnische Entwicklung kommt in vielen Ländern der Dritten Welt nur recht mühsam

voran. Das gilt vor allem für Schwarz-Afrika. Bezeichnend ist, wie es auch in der Übersicht zum Ausdruck kommt, daß die lokale technische Entwicklung zum großen Teil noch auf die Verbesserung der einfachen Geräte, Maschinen und Anlagen gerichtet ist. Indes kann in einigen Schwellenländern wie in Indien und Pakistan die Entwicklung von Maschinen und Geräten zunehmend als landeseigen-selbsttragend bezeichnet werden. So liegen die Produktionszahlen von Ackerschleppern in diesen beiden Ländern in etwa gleicher Höhe wie in der Bundesrepublik Deutschland.

Mit welchen Schwierigkeiten bei Kooperationen in Schwellenländern zu rechnen ist, wird am Beispiel Eicher-Goodearth eindrucksvoll berichtet [32].

Allein der Vertrieb in die Entwicklungsländer überfordert in der Regel ein mittelständisches Unternehmen, wenn der Service garantiert werden soll. Hinzu kommt, daß mit der elektronischen Ausrüstung unsere Maschinen und Geräte für viele wenig entwickelte Länder der Dritten Welt immer weniger geeignet sind, andererseits aber einfache, robuste Ausführungen nicht mehr produziert werden. So überrascht es nicht, daß von dem großen Exportanteil unserer Industrie nur ein sehr geringer Anteil in die Entwicklungsländer geht.

In dieser Situation bleibt noch anzumerken, daß agrartechnischen Entwicklungsprojekten in der öffentlichen Förderung offenbar eher eine geringere Bedeutung beigemessen wird.

□ Zusammenfassung

Die agrartechnische Entwicklung kommt in vielen wenig entwickelten Ländern, wie in Schwarzafrika, kaum voran. Das lokale Handwerk versucht weiterhin auf den Stufen der Handarbeit, der tierischen Anspannung und der stationären Motortechnik zu Verbesserungen zu kommen. Die Arbeit der wenigen einheimischen Institute beschränkt sich meist auf die Erprobung und Vergleichsteste. Eigene Entwicklungen bleiben meist als Prototyp im Institut stehen.

Indes ist in einigen Schwellenländern, wie Indien und Pakistan, die agrartechnische Entwicklung und Produktion rasch vorangeschritten. Mit zunehmender elektronischer Ausrüstung finden unsere Maschinen in vielen Ländern der Dritten Welt kaum die entsprechenden Voraussetzungen für Einsatz und Service.

□ Summary

In low and least developing countries, e. g. in Africa, there is little progress in design and local production of agricultural equipment and machinery. Craftsmen tried to achieve improvements per trial and error of hand tools, oxen drawn implements and stationary motor technology, as it was done in decades ago. Research and development of the few institutes and research stations are

mainly directed on testing. Own prototypes of development seldom could be transferred into production.

However, where progress has reached a certain sustaining level, e. g. in India and Pakistan, development and manufacture of agricultural machinery often don't find in many developing countries adequate conditions for operation and service.

18. Kommunaltechnik Municipal services and public works machines

K. Paolim, Braunschweig

Die im wesentlichen ertraglose Kommunaltechnik und Landschaftspflege zwingen zu einer ständigen betriebswirtschaftlichen Optimierung der Maschinen; sie erfolgt durch Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten, Erhöhung der Einsatzdauer, Erhöhung der Arbeitsproduktivität des Bedienungspersonals und Minderung des Energieaufwandes. Außerdem bestimmen die Umweltbedingungen maßgebend die Entwicklung der Maschinen und Geräte. Die Landschaftspflege gewinnt immer mehr an Bedeutung, zuletzt durch die Stilllegung von Ackerflächen, die nach bestimmten Grundsätzen und Richtlinien gefördert wird und bundesweit eine Fläche von etwa 170 000 ha umfaßt [1].

Kommunalfahrzeuge

Die Bedeutung der Kommunalfahrzeuge unterstreicht die große Anzahl der neu entwickelten Maschinen im vergangenen Jahr. Der Schwerpunkt liegt bei der Leistungsklasse zwischen 20 und 30 kW (Bild 1). Fast zur Standardausrüstung der Kommunalschlepper zählen [2]:

- die Anbau- und Antriebsmöglichkeiten über Zapfwellen- und Hydraulikanschlüsse für die Arbeitseinheiten im Front-, Zwischenachs- und Heckbereich
- die Hydrostatik für den Fahrtrieb und die Lenkung
- die schall- und schwingungs isolierte Kabine mit ergonomisch optimal angeordneten Bedienungselementen.

Wirkungsvolle technische Verfeinerungen, die sicherlich die Weiterentwicklung der Kommunalschlepper beeinflussen werden, sind realisiert:

- im Bereich der Wartungsfreundlichkeit durch die im Bild 2 verwirklichte sehr gute Zugänglichkeit an der Wartungsstelle

- im Bereich der Bedienungsfreundlichkeit durch die infolge der geneigten Motorhaube (Fa. Iseki) erweiterte Sicht auf die Frontarbeitsgeräte oder durch den im PKW-Sektor schon bekannten Tempomat (Fa. Holder)
- im Bereich der Umweltverträglichkeit beispielsweise durch Bodenschonung mit Hilfe von Bi-Speed-Getrieben vom Kubota-Allradkommunalschlepper [2].

Geräte zur Grünflächenpflege

Das Gesamtschnittbild der Spindelmäher, die ohnehin hervorragende Schnittqualität aufwei-



Bild 1: Kommunalschlepper mit hydrostatischem Fahrtrieb und vollhydraulischer Lenkung, im Einsatz mit einem Zwischenachssichelmäher und Absaugung (Werkbild Hako)

Fig. 1: Public service tractor with a hydrostatically powered drive and steering in operation with a sickle-mower between the axles and aspiration (Works photo Hako)

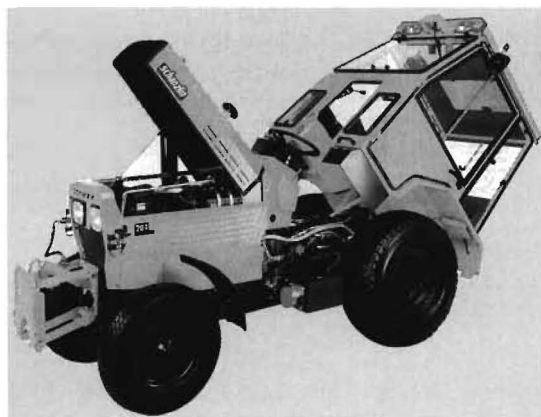


Bild 2: Die kippbare Maschine ermöglicht eine sehr gute Zugänglichkeit an der Wartungsstelle (Werkbild Schanzlin)

Fig. 2: Hydraulic tipping cabin provides an easy access for routine engine maintenance (Works photo Schanzlin)

sen, wird weiter perfektioniert. Die Floating-Spindelführung sorgt für eine optimale Bodenanpassung der einzelnen Mäheinheiten. Die Vorrichtung zum Aufrichten von Gras, bevor es von der Spindel erfaßt und geschnitten wird, ermöglicht ein sehr gleichmäßiges Schnittbild. Die Austauschbarkeit der Mäheinheiten gegen Vertikutier-Einheiten verbessert die Betriebswirtschaftlichkeit der Maschinen. Die Mikroelektronik trägt auch bei der Grünflächenpflege dazu bei, die Arbeitsqualität zu erhöhen: Ein Infobord des neuen 3325 John-Deere-Großflächenspindelmähers zeigt etwaige Abweichungen von vorgegebenen Sollwerten an und warnt den Fahrer optisch wie akustisch bei eventuellen Störungen.

Die schon günstigen Pflegekosten durch den Einsatz von Sichelmähern werden weiter gesenkt durch die hohe Wendigkeit oder die hohe Arbeitsbreite der Maschinen. Die Allradlenkung des Kubota-Rasentraktors und die Einzel-Hinteradlenkung des dreirädrigen John-Deere-Frontmähers weist einen Wenderadius von 0,25 m am 1,52 m breiten Mähwerk beziehungsweise von 0,18 m auf. Der Groundmaster 580 D von Toro besitzt drei separat hydraulisch aushebbare Schneideeinheiten mit einer Gesamtschnittbreite von 4,8 m (Bild 3). Zum Bedienungskomfort zählen der hydrostatische Fohrantrieb, der Tempomat, das einstellbare Lenkrad und der Gesundheitssitz.

Bei der Pflege von stillgelegten Flächen werden Geräte robuster Bauweise verwendet. Die Band-

breite der Beurteilung von Mäharbeiten liegt zwischen dem sauberen Schnitt und der gleichmäßigen Ablage einerseits und der hohen Flächenleistung und dem geringen Leistungsbedarf andererseits [3].

Der Fingerbalkenmäher ist verstopfungsanfällig, besonders beim Einsatz auf länger ungemähten Flächen. Die Verstopfungsgefahr reduziert sich beim Doppelmessermähwerk erheblich. Zur Mahd auf Flächen, bei denen nur der Motormäher einsetzbar ist, ist das Doppelmessermähwerk Stand der Technik [4]. Lagerndes Gras und etwas größere Schnitthöhe führen zu relativ ungleichmäßigen Stoppellängen, da diese Mäherbauart überhaupt keine Saugwirkung erzielt [3; 5].

Das mit hoher Umfangsgeschwindigkeit arbeitende Trommelmähwerk fördert das nicht zerkleinerte Mähgut auf einen Schwad. Die Fahrgeschwindigkeit ist relativ hoch. Die Schnittqualität ist bei einer geringeren Mähhöhe (5 bis 10 cm) gut. Die Schlepperleistung ist in der Praxis ab 25 kW je Meter Arbeitsbreite anzusetzen. Da dieser Mäher Probleme mit der Schlepperspur hat, werden diese Geräte gern im Frontanbau oder in Kombination als Heck- und Frontmäher gefahren. Eine schlagkräftige Arbeitsbreite wird hierdurch erreicht. Bei Frontanbaugeräten ist die Räumung der Schlepperbreite Bedingung. Der Einsatz von Fronttrommelmähern ist erst mit der Entwicklung von technisch ausgereiften Frontanbausystemen, insbesondere der Tiefführung bei den Anbaueinstängen, aber auch bei den Mähern optimal möglich. Voraussetzung ist ebenfalls eine großvolumige Bereifung der angetriebenen Vorderachse [4; 5]. Um eine gleichmäßige Mulchablage auf dem Stoppel zu erreichen, ist die Verwendung von Zettern oder Wendern erforderlich. Außerdem erscheinen zwischengeschaltete Aufberei-



Bild 3: Ein zukunftsweisendes Sichelmähsystem mit einer Gesamtschnittbreite von 4,8 m (Werkbild Toro)

Fig. 3: A forward-looking sickle mower system with 4,8 m total width of cut (Works photo Toro)

ter günstig für eine schnelle Verrottung [5]. Der Einsatz von Trommelmähgeräten ist zum Mähen auf den meisten Flächen eine kostengünstige Lösung. Der Verrechnungssatz für das an einem 55-kW-Allradschlepper angebaute Kreiselmähergerät liegt nach [4] bei 185,- DM/ha. Dieser Betrag kann nach [5] von einem Lohnunternehmer auf 50 bis 60,- DM/ha reduziert werden, durch Verwendung eines mit drei Kreiselmäherwerken versehenen, eine Arbeitsbreite von 5,8 m und eine Flächenleistung von etwa 4 ha/h aufweisenden Gerät.

Für das Scheibenmäherwerk gilt dasselbe wie für das Trommelmäherwerk. Die Verteilung des Mähgutes ist auf der ganzen Breite gewährleistet [3].

Bei den Balken-, Trommel- und Scheibenmäherwerken ist es bei hohem Materialanfall empfehlenswert, bei guter Witterung zu mähen, damit das Mähgut schnell abtrocknet und die darunterliegende Grasnarbe nicht verfäult oder erstickt [3].

Die für die Pflege von Grünflächen in Obstplantagen oder von Weiden ausgelegten Sichelmulchmäher sollten nur für das Mähen von Flächen mit geringer Grashöhe und geringer Masse eingesetzt werden. Durch die leichte Sogwirkung der Messer ist es hier möglich, mit einem Heckgerät einen Teil der Fahrspuren wegzubekommen, doch wird dies schlechter, je höher die Schnitthöhe eingestellt ist. Der Mäher erlaubt eine gute Arbeitsgeschwindigkeit von etwa 12 km/h, wobei durch die langen Kufen das Gerät ruhig am Boden liegen bleibt [3].

Bei sehr hohem und dichtem Grasbestand rutscht bei höherer Schnitthöhe ein Teil des Mähgutes unter dem Messer durch. Eine exakte Schnitthöhe kann nicht eingehalten werden [3].

Mit Sichelmulchmäher kann im allgemeinen keine sehr gleichmäßige Grüngutverteilung erreicht werden, denn sie neigen durch die Messer und durch die wegen der Sicherheit erforderliche Abschirmung zur Bildung von Schwaden [3; 5].

Die Schlegelmäher liefern die beste Schnittqualität bei der Pflege von stillgelegten Flächen. Heckenbaugeräte mähen bei sehr niedrig eingestellter Schnitthöhe die Schlepperspuren sauber aus. Dies kann jedoch teilweise zur Schädigung der Grasnarbe führen [5]. Durch das in sich geschlossene Gehäuse, eingesetzte Schlagleisten und Kämme ist eine sehr gute, gleichmäßige Zerkleinerung des Mähgutes gewährleistet, was ein schnelles Trocknen des Mähgutes und eine gute Durchführung für die darunterliegenden Pflanzen mit sich bringt [3]. Wegen ihrer Saugwirkung und der damit möglichen Schädigung von Kleinst-



Bild 4: Rasenkehrmaschine mit einem großvolumigen Sammelbehälter (5 m³), hydrostatische Hochentleerung und komplett austauschbaren Arbeitsaggregaten (Werkbild Kalinke)

Fig. 4: Grass sweeping machine with a high volumed collecting tank (5 m³), a hydraulic high emptying and interchangeable operating units (Works photo Kalinke)

lebewesen – vor allem Insekten – sind sie teilweise ökologisch umstritten und in einigen Gemeinden zur Landschaftspflege nicht zugelassen [5].

Damit die Mäherwerke während der Einsatzzeit zuverlässig und störungsfrei arbeiten, müssen sie regel- und vorschriftsmäßig [6; 7] gepflegt und gewartet werden.

Von intensiv gepflegten Rasenflächen – wie repräsentativen Grünflächen und Sportanlagen – müssen das Schnittgut und Laub gesammelt und geräumt werden. Hier bietet sich die leistungsgünstige und geräuscharme Kehrmaschine an. Die betriebswirtschaftlichen, umwelt- und sicherheitstechnischen Gesichtspunkte bestimmen die Entwicklung der Maschine. Die Kehrmaschine von Kalinke (Bild 4) dient beispielsweise als Ergebnis einer solchen Entwicklung [2].

Die betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte schlagen hier nieder durch den großvolumigen Sammelbehälter von 5 m³, die Kontrolle der Befüllung mittels eines großen Sichtfensters, die hydraulische Hochentleerung mit einer Auskipphöhe von 2 m, die Austauschbarkeit von kompletten und somit optimal ausgelegten Arbeitsaggregaten zum Kehren, zum Mähen als Schlegelmäher oder zum Vertikutieren.

Die Bodenschonung ist durch die sechs Rasenräder gewährleistet, die vom Fahrerplatz des Zugfahrzeuges aus gebremst werden können. Dies erhöht die Arbeitssicherheit auf hängigen Flächen.

Als Optimierungsmaßnahme kann auch die Erhöhung der Schüttdichte des Sammelgutes im Sammelbehälter durch ein von Ransomes und Wiedenmann verwendetes Verdichtungsselement dienen, das aus spiralförmig angeordneten Zinken auf einer rotierenden Welle besteht [2].

Kompostierungsmaschinen

Die Kompostierung ist die umweltfreundlichste Wiederverwertung der Grünrückstände. Voraussetzung für einen guten Verrottungsvorgang ist die Zerkleinerung der Rückstände, die in der Regel mit Hilfe der schnellaufenden Schneid- oder Reißwerkzeuge erfolgt. Dies verursacht jedoch eine starke Geräusch-, starke Staubentwicklung und einen hohen Energiebedarf. Diese ungünstigen Eigenschaften können beispielsweise durch die aus drei langsam laufenden Schraubenwalzen bestehende Mühle von Lescha gemildert werden. Die Dauer des Verrottungsvorganges reduziert sich mit Hilfe der Kompostiertrommel auf rund sieben Tage. Bei dieser Art der Kompostierung entsteht außerdem kein Sickerwasser [2].

□ Zusammenfassung

Die Entwicklung in der Kommunaltechnik wird weitgehend durch die wirtschaftlichen und Umwelt-Bedingungen bestimmt. Bei Kommunalfahrzeugen und Maschinen zur intensiven Grünflächenpflege ist hoher Stand der Technik im Bereich des Antriebes, des Komforts, der Arbeitsdurchführung und der Arbeitsablaufüberwachung zu verzeichnen. Weitere Erfahrungen sind mit Maschinen zur extensiven Landschaftspflege besonders auf stillgelegten Ackerflächen gewonnen. Im Bereich des Kompostierens bietet sich eine Lösungsmöglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs und der Umweltbelastung.

□ Summary

The technical development of public maintenance is determined to a high degree by economical and environment requirement. Public service vehicles and machinery for intensive public greenland maintenance have a high technical degree concerning drives, comfort, operating implementation and course monitoring. More experiences are done with machinery for extensive landscape maintenance especially on set-aside areas of arable land. A new technical solution might reduce energy and ecological damage in preparing compost.

19. Landmaschinenprüfung

Testing of agricultural machinery

J. Zaske, Frankfurt am Main

Rahmenbedingungen

Das Interesse der Landwirtschaft an technischen Informationen über Maschinen, Geräte und Anlagen ist in letzter Zeit gestiegen; das gilt insbesondere für innovative Bereiche. Gründe hierfür sind unter anderem, daß die Mittel für Investitionen in der Landwirtschaft knapp sind und daß mit leistungsstärker werdenden Produkten auch deren Preise steigen.

Auf der anderen Seite ist auch das Informationsangebot größer und vielfältiger geworden. Die Veröffentlichungen einer Prüfinstitution wie der DLG-Prüfstelle müssen deshalb zunehmend mit anderen Informationsquellen konkurrieren, speziell mit

- Zeitschriften-Tests auflagenstarker Journale
- Vergleichsdaten, die bei Maschinenvorführungen erfaßt werden oder
- Beratungsmaterialien von Handelsunternehmen und Verbänden.

Neben den potentiellen Investoren, den Landwirten, Lohnunternehmern etc., sind die Beratungsdienste an objektiven und detaillierten Informationen interessiert. Sie fordern insbesondere auch Hinweise auf Schwächen der geprüften Produkte. Demgegenüber legen die Hersteller verständlicherweise auf ein Herausstellen der Stärken ihrer Erzeugnisse Wert.

Diese zum Teil divergierenden Forderungen der verschiedenen Zielgruppen lassen sich häufig nur durch Kompromisse erfüllen.

Grundprinzipien der Gebrauchswertprüfungen

Die veränderten Rahmenbedingungen sind allerdings ohne wesentlichen Einfluß auf die Grundprinzipien der Landmaschinenprüfung geblieben. Grundlagen der Gebrauchswertprüfungen sind weiterhin

- Freiwilligkeit, also keine Prüfpflicht oder Prüfung am Markt erworbener Produkte im Sinne von „Warentest“
- Erstattung nur eines Teiles der Kosten über Prüfgebühren; das Prüfwesen wird vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bezuschußt
- Durchführung der Prüfung als Kombination von Labortests, kontrolliertem Praxiseinsatz und gegebenenfalls Umfrage bei Anwendern
- Anerkennung durch einen unabhängigen Prüfungsausschuß mit Vertretern der landwirtschaftlichen Praxis, der Beratung, Wissenschaft und der Industrie
- Berücksichtigung sicherheitstechnischer Aspekte bei jeder Anerkennung (Arbeitssicherheit, gegebenenfalls Sicherheit gemäß StVZO).

Marktorientierung des Prüfwesens

Potentielle Investoren legen Wert auf knappe, differenzierte und objektive Information, möglichst über die gesamte Angebotspalette einer Produktart. Die Information sollte in innovativen Bereichen möglichst zeitnah erfolgen. Dieses bedeutet eine Hinwendung zu Gruppenprüfungen, insbesondere in aktuellen Bereichen und gegebenenfalls eine Konzentration auf eine begrenzte Zahl von Beurteilungskriterien. Die in jüngster Zeit durchgeführten Gruppenprüfungen von Mineraldüngerstreuern und Gülletankwagen und -verteilsystemen sind Beispiele für diesen Trend. Nicht nur die Anwender, auch die Öffentlichkeit hatten in diesen Fällen ein Interesse an einem breiten Informationsangebot.

Bei der Gruppenprüfung geht es nicht um die Ermittlung eines absoluten „Siegers“ oder „Verlierers“. Von Bedeutung ist das Herausarbeiten eines differenzierten Leistungsprofils, das es dem einzelnen Käufer ermöglicht, seine Wahl anhand

seiner spezifischen Einsatzbedingungen selbst zu treffen. Daß die Berichte künftig knapper, informativer und ansprechender gestaltet werden, sind weitere Forderungen der Praxis.

Auch die bisherige Form der Verbreitung von Prüfergebnissen bedurfte der Ergänzung. Sind bisher Einzelberichte oder Sammelbände von Interessenten gezielt gekauft worden, so sollen künftig die Informationen aktiv an potentielle Interessenten herangebracht werden. Durch Kooperation der DLG-Prüfstelle mit landwirtschaftlich-landtechnischen Zeitschriften erreichen Prüfergebnisse die Praxis schnell und mit großer Breitenwirkung (Auflagen zum Teil über 100 000).

Auch die Kooperation mit Landwirtschaftskammern dient der schnellen und umfassenden Informationsvermittlung. Allerdings wird durch Einbeziehung der praktischen Erfahrung der Beratungsdienste auch die Qualität der Prüfberichte verbessert.

Prüfung als Marketingunterstützung für die Hersteller

Neue Konzepte zur Gestaltung und Verbreitung von Prüfungsergebnissen hätten wenig Sinn, wenn die Hersteller bei gegebener Freiwilligkeit nicht geneigt wären, ihre Produkte prüfen zu lassen. Insbesondere große und renommierte Hersteller sind allerdings häufig der Ansicht, daß eine Gebrauchswertprüfung nicht erforderlich ist, da ihre hohe Produktqualität durch den Markt bestätigt wird. Das mag in etlichen Fällen zutreffen.

Insgesamt bietet allerdings eine Gebrauchswertprüfung, insbesondere wenn sie zur Anerkennung führt, erhebliche Marketing-Vorteile.

1. Die DLG-Anerkennung ist eine Qualitätsauszeichnung für ein hochwertiges Produkt. Das DLG-Prüfzeichen kennzeichnet das anerkannte Produkt als Qualitätserzeugnis.
2. Das DLG-Prüfzeichen kann, außer am Produkt selbst, für verschiedene Formen der Werbung verwendet werden, beispielsweise in Anzeigen oder Prospekten.
3. Durch den Prüfbericht werden die Daten des Herstellers durch eine neutrale Institution – die DLG-Prüfstelle – bestätigt; dieses schafft zusätzliches Vertrauen. Die Hersteller sollten deshalb Prüfberichte immer ihren Angebots- und Ausschreibungsunterlagen beifügen. In diesem Zusammenhang werden zunehmend auch kritische Aspekte in Teilbereichen akzep-

tiert, da sie die Glaubwürdigkeit eines Berichts erhöhen.

4. Durch begleitende PR-Arbeit der DLG wird auf neu anerkannte Produkte hingewiesen, beispielsweise über Pressenotizen, Übersichten neu anerkannter Maschinen und Geräte sowie Sonderschauen anlässlich großer landwirtschaftlich-landtechnischer Ausstellungen.
5. Die neuerschiedenen Prüfberichte werden allen relevanten Institutionen, insbesondere den Beratungsdiensten und Ausbildungsstätten zur Verfügung gestellt, die hiermit praktisch arbeiten. Hieraus ergibt sich eine beachtenswerte Breitenwirkung.
6. Darüber hinaus werden von der DLG Prüfberichte auf Einzelanfragen hin abgegeben und auf Verkaufsständen bei landtechnischen Veranstaltungen vertrieben.

Die Prüfung ist auch bei Nicht-Anerkennung für den Hersteller von Vorteil. Er wird über Leistungsschwächen oder Mängel seiner Produkte vertraulich informiert. Dieses ist speziell bei Neuentwicklungen in bezug auf Kosten oder eventuellen Image-Verlust günstiger, als wenn Fehler später von den Kunden aufgedeckt würden.

Auch bei anerkannten Produkten ist nicht selten eine Produktoptimierung während des Prüfungsablaufs erfolgt.

Offizialprüfungen

Neben Gebrauchswertprüfungen auf freiwilliger Basis führt die DLG in Kooperation mit dem Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften (BLB) und der Technischen Überwachung Hessen (TÜH) Prüfungen auf unterschiedlichen gesetzlichen Grundlagen durch. Diese Prüfungen betreffen in erster Linie die Bereiche Arbeitssicherheit und Zulassung von Traktoren und Fahrzeugen zum Straßenverkehr.

Internationalisierung der Prüfungsaktivitäten

Die vorher genannten nationalen gesetzlichen Regelungen bei Offizialprüfungen werden sich mit der Schaffung des gemeinsamen Binnenmarktes ab 1993 in Richtung EG-Regelungen verschieben. Um dann innerhalb der EG – aber auch generell international – konkurrenzfähig zu bleiben, ist ein Zusammenfassen der bundesdeutschen Ressourcen zu einem geschlossenen land- und forsttechnischen Prüfwesen unumgänglich.

Neben der Konkurrenz europäischer Prüfstellen in einigen Bereichen wird es in anderen zunehmend Kooperationen geben. Bei Gebrauchswertprüfungen wird es nach vorhergehender Abstimmung der Prüfverfahren zu gegenseitiger Anerkennung von Prüfergebnissen kommen. Auch arbeitsteilige Prüfungen sind zu erwarten, wobei beispielsweise Laboruntersuchungen in einem Land und Einsatzprüfungen in einem anderen stattfinden. Diese Form der Arbeitsteilung hat im Fall der DDR konkrete Aktualität.

□ Zusammenfassung

Das Interesse der Landwirtschaft an technischen Informationen auf der Basis von Prüfungen nimmt zu. Diesem wachsenden Informationsbedürfnis muß durch aktive, differenzierte und objektive Berichterstattung entsprochen werden. Hierbei können sich Prüfinstitutionen, Zeitschriften und Beratungsdienste sinnvoll ergänzen.

Auf der anderen Seite muß die Industrie grundsätzlich bereit sein, ihre Produkte auch prüfen zu lassen. Nicht immer werden dabei die Vorteile gesehen, die eine Prüfung mit sich bringt. Bei Anerkennung bedeutet dieses eine Qualitätsauszeichnung, die werblich in vielfältiger Weise genutzt werden kann. Auch bei Nicht-Anerkennung ist die Prüfung von Vorteil; auf der Basis der dann vertraulichen Berichterstattung können Mängel am Produkt abgestellt oder dieses unter Umständen vom Markt genommen werden.

Neben der Gebrauchswertprüfung kommt den Officialprüfungen zunehmend Bedeutung zu. Diese auf unterschiedlichen gesetzlichen Regelungen basierenden Prüfungen zielen in erster Linie auf Arbeitssicherheit und Sicherheit im Straßenverkehr.

Im gesamten Prüfwesen wird die internationale Zusammenarbeit zunehmen, aber auch der Wettbewerb.

□ Summary

There is a rising interest in technical informations, based on test results. To cope with this demand, an active detailed and objective form of reporting is required. Test stations, technical journals and extension services should cooperate in this respect.

On the other side, the willingness of manufacturers for having their products tested is an indispensable prerequisite. Not all of the manufacturers recognize the obvious advantages of testing. Approving a machine or an implement means awarding the product. The award can be used in sales promotion in different ways. Even if a product is not approved, testing is of advantage for the manufacturer. On the basis of a confidential report he will be in a position to improve his product or to withdraw it from the market. Besides users tests, official testing gains importance. These tests are mainly based on national or international safety regulations.

20. Arbeitswissenschaft

Farm work science

W. Hammer, Braunschweig

Strukturwandel

Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe hat sich von 1951 bis 1987 jährlich zwischen 1,6 und 3,5% vermindert. Nach einer Umfrage über die Verfügbarkeit von Hofnachfolgern wurde die weitere jährliche Abnahme wie folgt geschätzt [1]:

Zeitspanne	Fall A	Fall B
1987 – 1997	1,1 %	2,2 %
1997 – 2007	1,0 %	3,1 %

(Fall A: Die Betriebsleiter gaben an, einen Hofnachfolger zu haben. Fall B: Dieser Nachfolger wirtschaftet voraussichtlich auch weiter).

Konzepte und Methoden

Über ihre aktuellen Konzepte und Methoden diskutierte die Gesellschaft für Arbeitswissenschaft im Landbau (GAL) auf ihrem 8. Arbeitswissenschaftlichen Seminar am 25. und 26. Oktober 1988 in Hohenheim. Alle dabei gehaltenen Referate wurden im Bayerischen Landwirtschaftlichen Jahrbuch, 66 (1989), Heft 3, dokumentiert [2 bis 15]. Auf einen Teil dieser Beiträge wird im folgenden Text eingegangen.

Arbeitsanalyse

Bei seiner Arbeit steht der Mensch in enger Wechselbeziehung zu den biologischen und technischen Arbeits- und Betriebsmitteln sowie der natürlichen und sozialen Umwelt. Dieser multiple Komplex, Arbeitssystem genannt, wandelt sich ständig und mannigfaltig.

Um dieser Komplexität und Dynamik zu entsprechen, bedarf es umfassender und flexibler Methoden für Arbeitsanalysen mit folgenden Aufgaben und Kriterien:

- Sie sollten sich auf ein geeignetes theoretisches Modell stützen und zu für die Praxis interpretier- und anwendbaren Ergebnissen führen

- Sie sollten in der Lage sein, alle notwendigen Erkenntnisse über ein Arbeitssystem zu vermitteln
- Sie sollten zur Sammlung, Verarbeitung und Bewertung der notwendigen Daten mit rationellem Aufwand durchzuführen und ihr Verfahren sollte zu standardisieren sein
- Sie sollten über eine verbale Systembeschreibung hinausgehen und mindestens zu quantitativen Ergebnissen auf ordinalem Skalenniveau führen

Die Gesamtheit des Themas „Arbeitsanalyse“ wurde am 14. und 15. 3. 1989 auf einem internationalen Symposium dargestellt, diskutiert und dokumentiert [16; 17].

Da Arbeitssysteme in der Landwirtschaft mit ihrer Bindung an biologische Prozesse besonders komplex sind, verdienen Verfahren der Arbeitsanalyse hohe Beachtung.

Arbeitszeitmessung und Arbeitsorganisation

Erfassung und Auswertung von Arbeitszeitdaten werden durch den Einsatz eines tragbaren Mikrocomputers erleichtert und beschleunigt. Ohne zusätzlichen Aufwand können weitere Kriterien wie Art des Arbeitsablaufes wiedergegeben und bewertet werden. Als besonderer Vorteil ist die verzögerungsfreie und anschauliche Darstellung der aufgezeichneten Daten anzusehen [18].

Ein aktuelles Problem der Ferkelerzeugung liegt in der Verbesserung der Arbeitsproduktivität. Arbeitsintensive Haltungsförmungen können unter derzeitigen Produktionsbedingungen den wesentlich höheren Arbeitszeitbedarf nicht durch einen höheren Aufzuchterfolg ausgleichen. – So gibt es bei den täglichen Arbeiten erhebliche Unterschiede im Zeitaufwand je Sau und Jahr. Die Spanne geht von 6 bis 37 Aph je Sau und Jahr allein für die täglichen Arbeiten. Diese Unterschiede

sind zum großen Teil auf die gewählten Haltungs-, Fütterungs- und Entmistungsverfahren zurückzuführen. Während im Bereich der Fütterung die größte Zeiteinsparung der Verzicht auf Grundfutter darstellt, läßt sich der Zeitaufwand im Bereich der Entmistung allein durch den Übergang von eingestreuter zur strohlosen Haltungsform von 10 bis 15 Aph auf 1 bis 2 Aph je Sau und Jahr senken [19].

Das PC-Programm VERKOST des KTBL hat primär zum Ziel, Verfahrenskosten von Feldarbeitsverfahren zu bestimmen. Gleichzeitig kann man auch den Arbeitszeitbedarf für mechanisierte Feldarbeiten betriebsspezifisch kalkulieren und dadurch die Standards im KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft ergänzen [3].

Die KTBL-Kalkulationsunterlagen wurden in folgenden Bereichen ausgebaut:

- Landwirtschaft: Baukosten, verfügbare Feldarbeitstage, alternativer Landbau, Futterernte und innerbetrieblicher Futtertransport
- Gartenbau: Gehölzerzeugung, Topfpflanzen- und Gemüsebau sowie Preise und Kosten von Gewächshäusern und Maschinen [20; 21].

Belastung und Beanspruchung

Zur Bewertung der Arbeitsbelastung wird eine umfassende Methode benötigt. Dazu wird die „Belastungsanalyse für Arbeiten in der Landwirtschaft“ vorgeschlagen. Sie bedarf allerdings noch der Validierung. Sie stützt sich auf entsprechende Methoden der allgemeinen Arbeitswissenschaft wie AET [6].

Um die Gesundheit der in der Landwirtschaft Tätigen zu erhalten, wurden Grenzwerte für Intensität und Dauer verschiedener Belastungen festgesetzt. Was an Standardwerten über luftfremde Stoffe, Lärm, Klima und Schwingungen bekannt ist, wurde übersichtlich zusammengestellt [22].

Die Belastung und Beanspruchung beim Führen von einachsigen Motormähern wurden untersucht und dabei folgende Methoden angewendet: AET, Energieumsatz, Herzschlagfrequenz, Muskelaktivität, Finger- und Hauttemperatur und subjektives Beanspruchungsempfinden. – Zwei wesentliche Ergebnisse wurden gewonnen: Eine Wendehilfe ist bei längerer Arbeitsdauer notwendig; denn sie entlastet deutlich. Zum anderen senkt ein Anti-Vibrationssystem die Greifkräfte und die Gefahr von vibrationsbedingten Erkrankungen [23].

Informationsverarbeitung bei der Maschinenbedienung

Versuche zur Mähdrescherbedienung zeigten, daß Unterschiede in der Maschinenführung, die durch menschliche Individualität verursacht werden, weit größer sind als die der sonstigen Umwelteinflüsse. Damit könnte der Mensch zum Engpaß an den Stellen werden, wo für die Erledigung der notwendigen Funktion kein technisches Mittel gefunden wurde. Der gesamte Arbeitsprozeß sollte deshalb für die Bedienperson überschaubar und jederzeit kontrollierbar bleiben, um ein situationsgerechtes Verhalten des Fahrers sicherzustellen [24].

Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz

Der mehrjährige, häufige Gebrauch von vibrierenden Arbeitsgeräten wie von Motorsägen kann zur Entstehung der sogenannten „Weißfingerkrankheit“, einer chronischen Durchblutungsstörung der Hände führen. Diese Berufskrankheit wird durch kombinierte Schwingungs- und Kältebelastung verstärkt hervorgerufen. – Nach entsprechenden Versuchsergebnissen sollte bei der Arbeit mit vibrierenden Geräten dringend auf einen Kälteschutz geachtet werden. Hierzu könnten beispielsweise spezielle wärmeisolierende Arbeitshandschuhe und aktive Heizsysteme wie Griffheizungen oder beheizte Handschuhe sowie warme Pausenräume dienen. – Der starke Einfluß der statischen Haltearbeit in Form von Greifkraft der Hand und Andruckkraft des Armes auf die periphere Durchblutung legt außerdem nahe, Geräte und Arbeitsverfahren zu entwickeln, die eine Minderung der bei der Führung von vibrierenden Arbeitsgeräten notwendigen Kopplungskräfte zulassen [25].

Bei der Arbeit mit Motorsägen entstehen Abgase. So lagen die CO-Konzentrationen bei der Jungbestandspflege von Fichten in 2 m Abstand und beim Fällen von Starkbuchen im Atembereich der Arbeitspersonen leicht unter dem MAK-Wert von 30 ppm bis zum Dreifachen dieses Wertes. Spitzenwerte bis zum 20fachen wurden kurzzeitig beobachtet. Um diese Belastungen am Arbeitsplatz festzustellen, wurde ein elektrochemisches Meßverfahren mit mobilen Gaswarngeräten entwickelt und erprobt [26].

Günstige ergonomische Bedingungen sind wesentliche Voraussetzungen für sicheres Verhalten am Arbeitsplatz. In diesem Sinne wurden Arbeitssysteme in der Forstwirtschaft, speziell der

Holzernte, untersucht. Die OWAS-Methode diente der Bewertung der Körperhaltung. Herzschlagfrequenz und die „Methode zur Quantifizierung der Arbeitssicherheit“ waren weitere Untersuchungsmittel [27].

Schlepper und Landmaschinen müssen in Gebäuden und auf Hofflächen rationell und ohne Unfallgefährdung eingesetzt und vor allem bewegt werden können. Dazu bedarf es ausreichend bemessener Verkehrs- und Stellflächen. Methoden zu deren Bestimmung wurden dargestellt [13; 28].

Die Unfallhäufigkeit in der Rindviehhaltung ist überdurchschnittlich hoch. Besonders der unmittelbare Umgang mit den Tieren und mangelnde Gleit- und Trittsicherheit bergen starke Gefährdungen. Fundierte und gezielte baulich-technische Maßnahmen sind deshalb dringend notwendig und erfolgversprechend [29 bis 31].

Um die Gefährdung bei landwirtschaftlichen Arbeiten kennenzulernen, wurden mit einem standardisierten Interview Verlauf und Bedingungen von Beinahe-Unfällen erfragt. Die notwendigen Daten konnten mit angemessenem Aufwand ermittelt werden. Sie führten zu statistisch signifikanten quantitativen Modellen und damit zu klaren Aussagen über Faktoren und Bedingungen im Unfallgeschehen, insbesondere über das Verhalten des Menschen [14].

Viele Routinearbeiten werden automatisiert also weitgehend unbewußt ausgeführt. Sie verlaufen daher mit geringer Gefährdung, wenn die Bedingungen für derartige Bewegungsvorgänge dem Menschen gut angepaßt sind. So wurden zur sicheren Gestaltung des Auf- und Absteigens Verhaltensbeobachtungen an bestehenden Aufstiegen, somatographische Analysen und Simulationsversuche zur Optimierung durchgeführt [15].

□ Zusammenfassung

Eine Dokumentation im „Bayerischen Landwirtschaftlichen Jahrbuch“ unterrichtet über den aktuellen Stand der Konzepte und Methoden. Moderne Verfahren der Arbeits- und Belastungsanalyse gewinnen an Bedeutung. In diesem Sinne wurden Arbeiten mit einachsigen Motor-mähern und zur Holzernte umfassend untersucht. – Trotz Automation muß die Informationsverarbeitung jedes Arbeitsprozesses für die Bedienpersonen überschaubar bleiben. – Um beim Führen von Motorsägen Durchblutungsstörungen der Hände zu vermeiden, sollten diese vor Kälte geschützt und die notwendigen Greifkräfte vermindert werden. – Zur Erhöhung der Arbeitssicherheit wurden untersucht: Der Verkehrs- und Stellflächenbedarf von Betriebsmitteln, die Arbeitsbedingungen in der Rindviehhaltung und bei automatisierten Routinearbeiten.

□ Summary

A documentation in the “Bayerischen Landwirtschaftlichen Jahrbuch” informs about the actual status of concepts and methods. Modern procedures of work and stress analyses gain of importance. Thus, jobs with two-wheel motor mowers and for harvesting wood were comprehensively studied. – In spite of automation the information process of each job must be transparent and manageable for the operator. – When operating chain saws blood circulation may not be disturbed. Therefore, hands should be protected from cold and the demand of grasping forces should be diminished. – For better work safety the following topics were studied: Floor space of farm equipment, conditions in cattle husbandry and automated routine work.

21. Agrartechnische Einrichtungen im In- und Ausland Institutions of agricultural engineering at home and abroad

J. Frisch, Darmstadt

Die Zusammenarbeit mit dem Ausland hat nicht erst seit der bevorstehenden Schaffung des EG-Binnenmarktes an Bedeutung gewonnen. Industrie, Forschung und Verwaltung sind zunehmend auf Kontakte mit ausländischen Partnern angewiesen. Daher erschien es sinnvoll, im diesjährigen Jahrbuch einen Überblick über die agrartechnischen Einrichtungen im In- und Ausland zu veröffentlichen.

Nachfolgend sind für einige ausgewählte Länder Einrichtungen der Agrartechnik mit Namen und Anschrift aufgeführt, teilweise ergänzt um das wesentliche Arbeitsgebiet. Die im Literaturverzeichnis unter Longman [1] und FAO [2] genannten Publikationen enthalten zusätzliche Informationen über die genannten und über eine Vielzahl weiterer Einrichtungen.

The cooperation with foreign countries started well before the forthcoming Internal Market. Industry, research-institutes and administrations are more and more dependent on the contacts with foreign partners. Therefore it seemed to be meaningful to publish a survey of the institutions of agricultural engineering at home and abroad.

On the following pages there are listed the institutions of agricultural engineering with names and addresses, partly completed by their main activities. The literary references Longman [1] and FAO [2] contain further information about the named and a lot of other institutions.

Australien

Universitäten

University of Adelaide,
Faculty of Agricultural Science
PO Box 498,
Adelaide, South Australia 5001

University of Melbourne,
Faculty of Agriculture and Forestry
Parkville, Victoria 3052

University of Sydney, Faculty of Agriculture
Sydney, New South Wales 2006

University of Tasmania
Faculty of Agricultural Science
Box 252C GPO,
Hobart, Tasmania 7001

Forschungseinrichtungen

Agricultural Engineering Centre, Glenfield
Roy Watts Road,
Glenfield, New South Wales 2167

Commonwealth Scientific
and Industrial Research Organization
PO Box 225,
Dickson, ATC 2602

Victoria Department of Agriculture,
Agricultural Engineering Centre
PO Box 500, 166 Wellington Parade,
East Melbourne, Victoria 3002

Belgien

Ministerium

Ministry of Agriculture
17a, Avenue de la Toison d'Or, B-1060 Brüssel

Universitäten

Faculty of Agricultural Science R.U.G.
State University Gent
Coupure Links 533,
B-9000 Gent

Faculty of Agronomical Sciences K.U.L.
Agricultural Engineering Department
Kardinaal Mercierlaan 92,
B-3030 Heverlee

Faculty of Agronomical Sciences
Passages de Déportés 2,
B-5800 Gembloux

Faculty of Agronomical Sciences U.C.L.
Place du Croix du Sud 3,
B-1348 Louvain-La-Neuve

Forschungseinrichtungen

Center for the Study of Mechanization
in Agriculture C.E.M.A.G.
Chaussée de Namur 146,
B-5800 Gembloux
(Mechanisierung, Arbeitszeitbedarf
Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen)

National Institute of Agricultural Engineering
Burgemeesters van Gansberghelaan 115
B-9220 Merelbeke
Technik der Tierhaltung, Klimatisierung,
Gülleaufbereitung

National Station of Agricultural Engineering
Chaussée de Namur,
B-5800 Gembloux
(Mechanisierung der Pflanzenproduktion
einschl. Gemüsebau und Normung)

Brasilien**Universitäten**

Brasilia University, Faculty of Technology
Agencia Postal 15,
70910 Brasilia DF

Para Federal University
Faculty of Agrarian Science
Postfach 917, Avenida Perimentral
66000 Belém PA
(Agrartechnik für die Amazonas-Region)

Rio Grande do Sul Federal University
Faculty of Agronomy
Postfach 776, Avenida Bento Goncalves 7712
9000 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, RS
(Landtechnik, landwirtschaftliches Bauwesen,
Bewässerung)

Forschungseinrichtungen

Brazilian Agricultural Research Enterprise
Postfach 04 03 15,
Brasilia DF
(Umweltschutz, Energietechnik)

Food and Agricultural Technology Centre
Rua Jardim Botanica 1024,
22460 Rio de Janeiro RJ

São Paulo Institute of Agronomy
Agricultural Engineering Division
Postfach 28,
13150 Campinas, São Paulo Sp

Bundesrepublik Deutschland**Ministerium**

Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten
Postfach 14 02 70, 5300 Bonn 1

Gesellschaften

VDI-Gesellschaft Agrartechnik
Postfach 1139, 4000 Düsseldorf 1

Max-Eyth-Gesellschaft
für Agrartechnik (MEG) e.V.
Postfach 12 01 42, 6100 Darmstadt 12

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft (KTBL) e.V.
Bartningstraße 49, 6100 Darmstadt 12

Landmaschinen- und Ackerschlepper-
Vereinigung (LAV) im VDMA
Lyoner Straße 18, 6000 Frankfurt/Main 71

Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ)
Postfach 5180, 6236 Eschborn

Bundesverband der Landwirtschaftlichen
Berufsgenossenschaften (BLB)
Weissensteinstraße 72, 3500 Kassel-Wilhelmshöhe

Universitäten

Institut für Maschinenkonstruktion
Bereich Landtechnik und Baumaschinen
TU Berlin
Zoppoter Straße 35, 1000 Berlin 33

Institut für Landmaschinen, TU Braunschweig
Langer Kamp 19a, 3300 Braunschweig

Institut für Landmaschinen, TU München
Arcisstraße 21, 8000 München 2

Institut für Landtechnik, Universität Bonn
Nußallee 5, 5300 Bonn 1

Institut für Landtechnik,
Justus-Liebig-Universität Gießen
Braugasse 7, 6300 Gießen

Institut für Agrartechnik, Universität Göttingen
Gutenbergstraße 33, 3400 Göttingen

Institut für Technik im Gartenbau, TU Hannover
Herrenhäuser Straße 2, 3000 Hannover 21

Institut für Landw. Verfahrenstechnik,
Universität Kiel
Olshausenstraße 40–60, 2300 Kiel

Institut für Landtechnik, TU München
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising-Weihenstephan

Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim
Garbenstraße 9, 7000 Stuttgart 70

Institut für Biosystemtechnik
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

Institut für Technologie
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

Institut für Betriebstechnik
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

Institut für landwirtschaftliche Bauvorsuchung
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

Dänemark**Universitäten**

Royal Veterinary and Agricultural University
Bülowsvej 13,
DK-1870 Frederiksberg C

Technical University of Denmark
DK-2800 Lyngby

Forschungseinrichtungen

Danish Academy of Technical Sciences
Lundtoftevej 266,
DK-2800 Lyngby
(Förderung und Umsetzung technischer
Forschung)

National Agriculture Engineering Institute
Bygholm,
DK-8700 Horsens
(Prüfung landwirtschaftlicher Maschinen
und Gebäude)

Deutsche Demokratische Republik**Gesellschaften**

Kammer der Technik – Fachverband Land-,
Forst- und Nahrungsgütertechnik
Clara-Zetkin-Straße 115-117, DDR-1086 Berlin

Universitäten

Hochschule für Landwirtschaft
und Nahrungsgüterwirtschaft Bernburg
Mitschurinstraße 28, DDR-4350 Bernburg/Saale

Institut für Landtechnik der Karl-Marx-Universität
Johannisallee 19, DDR-701 Leipzig

Institut für Landtechnik, Universität Rostock
Satower Straße, DDR-25 Rostock

Institut für landwirtschaftliches Maschinen- und
Bauwesen der Humboldt-Universität zu Berlin
Invalidenstraße 42, DDR-104 Berlin

Institut für landwirtschaftliche Maschinen- und
Gerätekunde der Martin-Luther Universität
Ludwig-Wucherer-Straße 80/81
DDR-402 Halle/Saale

Technische Universität Dresden –
Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik
Mommensenstraße 13, DDR-8027 Dresden

Forschungseinrichtungen

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften
der DDR
Krausenstraße 38/39, DDR-1086 Berlin

Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit
Müncheberg
Wilhelm-Pieck-Straße 72, DDR-1278 Müncheberg

Forschungszentrum für Mechanisierung
der Landwirtschaft Schlieben-Bornim
DDR-7912 Schlieben

Institut für Landmaschinentechnik
Am Lausner Weg, DDR-7031 Leipzig

Finnland**Universitäten**

Helsinki University of Technology
Otaniemi, Otakaari 1, SF-02150 Espoo

University of Helsinki
Faculty of Agriculture and Forestry
Viikki, SF-00710 Helsinki 71

Forschungseinrichtungen

Research Institute for Engineering
in Agriculture and Forestry PPA 1
SF-03400 Vihti
(Landwirtschaftliche Maschinen, Normung)

Technical Research Centre of Finland
Vuorimiehentie 5
SF-02150 Espoo 5
(Energietechnik, Maschinen, Bauwesen)

Work Efficiency Association
Melkonkatu 16 A,
SF-00211 Helsinki 21

Frankreich**Universitäten**

Angers University
30 rue des Arènes, BP 3532,
F-49035 Angers Cedex

Lille University of Sciences and Technology
Unit of Agricultural Sciences
Cellule Recherche,
F-59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

University of Western Brittany
Faculty of Science and Technology
6 avenue Victor le Gorgeu,
F-29283 Brest Cedex

Forschungseinrichtungen

Farm and Food Industries
Research Development Association, Normandy
route d'Epinay,
F-14310 Villers-Bocage
(Maschinenprüfung)

French Technical Institute of Viticulture
and Oenology
21 rue François 1er,
F-75008 Paris

National Centre of Agricultural
and Forestry Engineering
and Water Management (CEMAGREF)
Parc de Tourvoie,
F-92160 Antony

National Institute of Agriculture Research
149 rue de Grenelle,
F-75341 Paris Cedex 07

Potato Technical Institute
Saint-Rémy-L'Honoré,
F-78341 Les Essarts-le-Roi

Tropical Agricultural Mechanization
Research Centre
Parc de Tourvoie,
F-92160 Antony

Griechenland**Universität**

Agricultural Engineering Department
of the Aristotelian University of Thessaloniki

Forschungseinrichtungen

Agricultural Research Centre of Central Greece
Larissa

Agricultural Research Service
Ministry of Agriculture
6 Kapnokoptiriou Street,
Athina 103

General Division of Land Reclamation
Ministry of Agriculture
46, rue Chalcocondyli,
Athina 102

Großbritannien**Ministerium**

Agricultural Development and Advisory Service
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
Great Westminster House, Horseferry Road
London SW 1P 2AE

Gesellschaften

Royal Agricultural Society of England
National Agricultural Centre
Stoneleigh, Kenilworth, Warwickshire
The Institute of Agricultural Engineers
West End Road,
Silsoe, Bedford MK45 4DU

Universitäten

Department of Agricultural Engineering
The University of Newcastle-upon-Tyne,
Newcastle-upon-Tyne NE1 7RU

Department of Agricultural
Engineering and Mechanization
The Edinburgh School of Agriculture
West Mains Road,
Edinburgh, EH9 3JG

Department of Agriculture and Horticulture
University of Reading
Earley Gate,
Reading, Berkshire, RG6 2At

National College of Agricultural Engineering
Silsoe, Bedford MK 45 4DT

University of Nottingham
Department of Agriculture and Horticulture
School of Agriculture
Sutton Bonington, Loughborough, Leicestershire

Wye College, University of London
Wye, near Ashford, Kent

Forschungseinrichtung

AFRC Institute of Engineering Research
West Park,
Silsoe, Bedfordshire, MK 45 4HS

Indien**Gesellschaft**

Indian Society of Agricultural Engineers
Water Technology Centre, IARI
Pusa, New Delhi-110012

Universitäten

Agricultural Engineering Institute
PO Box 24, Raichur-584101, Karnataka State

Allahabad – Uttar Pradesh
Agricultural Engineering Department
Allahabad Agricultural Institute
College of Agricultural
Engineering and Technology
Orissa University of Agriculture and Technology
Bhubaneswar-751003, Orissa

College of Agricultural Engineering
Punjab Agricultural University
Ludhiana 141004

College of Agricultural Engineering
Tamil Nadu Agricultural University
Coimbatore-641003, Tamil Nadu

Department of Agricultural Engineering
College of Agriculture
Kerala Agricultural University
Vellayani, Trivandrum, Kerala

Department of Agricultural Engineering
College of Agriculture
Marathwada Agril. University
Parbhani (Maharashtra) 431402

Department of Agricultural Engineering
Assam Agricultural University
Jorhat 785013

Department of Agricultural Engineering
Faculty of Agricultural, B.A.
College of Agriculture
Gujarat Agricultural University
Anand Campus, Anand, Gujarat 388 110

Forschungseinrichtungen

Agricultural Engineering (Research)
Patna, Bihar State

Central Potato Research Institute
Simla-171001 (H. P.)

India Council of Agricultural Research
„Krishi Bhavan“ (ICAR)
New Delhi 1

Irland**Universitäten**

University College Cork
Faculty of Good Science and Technology
Western Road,
Cork

University College Dublin
Agricultural and Food Engineering Department
Earlsfort Terrace,
Dublin 2

Forschungseinrichtungen

Agricultural Institute
Headquarter Division, 19 Sandymount Avenue
Dublin 4

Institute for Industrial Research and Standards
Glasnevin,
Dublin 9

Israel**Universität**

Faculty of Agricultural Engineering
Technion, Israel Institute of Technology
Technion City, Haifa

Forschungseinrichtungen

Agricultural Research Organization
PO Box 6, Volcani Center, Bet-Dagan 50250
(Grundlagen- und angewandte Forschung)

Agricultural Research Organization
Institute of Agricultural Engineering
Institutes for Applied Research
PO Box 1025,
Beersheba 84110
(Bewässerung, alternative Energiequellen)

Italien**Gesellschaft**

Italian Association of Agricultural Engineering
Via Gradenigo 6 – 35100 Padova

Universitäten

Institute for Agricultural Mechanical Engineering
Faculty of Agriculture, University of Bari
Via Amendola 165a – 70126 Bari

Institut de Machinisme Agricole
Université de Bologna
Via Filippo Re, 4 – 40126 Bologna

Institut de Machinisme Agricole
Université de Catane
Via Valdisavioia 5 – 95123 Catania

Institut de Machinisme agricole
et de mécanisation
Université de Florence – Agricultural Machinery
and Farm Building Institute
Piazzale delle Cascine, 15 – 50144 Firenze

Institute of Agricultural Engineering
University of Milan
Via Celoria 2 – 20133 Milano

Institute of Agricultural Mechanical Engineering
Faculty of Agriculture, Padova University
Via Gradenigo 6 – 35100 Padova

Institut de Machinisme Agricole
Université de Pisa
Via del Borghetto, 80 – 56100 Pisa

Institute of Agricultural Machinery and
Farm Mechanization
Via Michelangelo 32 – 10126 Torino

Forschungseinrichtungen

Agricultural Mechanization Experimental
Research Institute
XX Settembre 98E – 00187 Roma

Agricultural Mechanization Institute
Via Onorato Vigliani 104 – 10135 Torino
(Entwicklung und Anwendung
landwirtschaftlicher Maschinen)

Japan**Universitäten**

Agricultural Engineering Department
Obihiro University of Agricultural
and Veterinary Medicine
Inada-cho, Obihiro-shi, Hokkaido 080

Agricultural Engineering Department
Faculty of Agriculture
Hokkaido University
Kita-ku Kita-9 Nishi-9, Sapporo

Department of Agricultural Engineering
Faculty of Agriculture, Tottori University
Minami 4-101, Koyama-cho, Tottori-shi, 680

Department of Agricultural Engineering
Faculty of Agriculture, Kyushu University
Hakozaki-cho, Higashi-ku, Fukuoka-shi, 812

Department of Agricultural Engineering
Kyoto University
Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto-shi

Forschungseinrichtungen

Division of Agricultural Machinery
Hokkaido Central Agricultural Experiment Station
Naganuma, Hokkaido, 069-13
(Prüfung und Entwicklung)

First Laboratory, Basic Research Division
Aichi Agricultural Research Center
Nagakute-cho, Aichi-gun, Aichi-ken (Prüfung)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station
Hitsujigaoka, Toyoshira-ward, Sapporo-city
Hokkaido 061-01

Tohoku National Agricultural Experiment Station
Morioka, (Forschung und Entwicklung)

Jugoslawien**Universitäten**

Institute for Agricultural Engineering
Technology and Rational Farm Management
Faculty of Agriculture, Belgrade University
11000 Beograd

Institute of Mechanization
Faculty of Technical Sciences University Novi Sad
21000 Novi Sad, Veljka Vlahovica 3

Institute for Soil Science
Agrochemistry and Land Reclamation
Faculty of Agriculture of University of Sarajevo
Sarajevo, Zagrebacka 18

Institute for Farm Mechanization Technology
and Buildings, Zagreb University
Agricultural Faculty, Ferencica 104, 41000 Zagreb

Forschungseinrichtung

Institute for Agricultural Mechanization
Batajnicki drum 12 km p.f. 41, Beograd-Zemun
(Maschinenprüfung und Entwicklung)

Kanada**Universitäten**

Kemptville College of Agricultural Technology
KCAT,
Kemptville, Ontario K0G 1J0

Laval University
Cit  Universit , Sainte-Foy,
Quebec G1K 7P4

MacDonald College of McGill University
Faculty of Agriculture
21111 Lakeshore Road, Ste Anne de Bellevue
Quebec H9X 1C0

Ridgetown College of Agricultural Technology
RCAT,
Ridgetown, Ontario N0P 2C0
(Technik der Pflanzenproduktion)

University of Alberta
Faculty of Agriculture and Forestry
Edmonton, Alberta T6G 2E1

University of British Columbia
Faculty of Agricultural Sciences
MacM 248 – 2357 Main Hall Vancouver
British Columbia V6T 2A2
(Landtechnik, landwirtschaftliches Bauen)

University of Guelph, Ontario Agricultural College
Guelph, Ontario N1G 2W1
(Landwirtschaftliches Bauwesen
Abfallbehandlung)

University of Manitoba,
Faculty of Agricultural
Winnipeg, Manitoba R3T 2N2

Technical University of Nova Scotia
Postfach 1000,
Halifax, Nova Scotia B3J 2X4
(Alternative Energiequellen
Automatisierung der Innenwirtschaft)

Forschungseinrichtungen

Agriculture Canada, Research Branch
AC-Research, 930 Carling Avenue
Sir John Carling Building,
Ottawa, Ontario K1A 0C6
(Verfahrenstechnik der Pflanzen- und
Tierproduktion)

Natural Sciences and Engineering
Research Council of Canada, NSERC
200 Kent Street,
Ottawa, Ontario K1A 1H5
(Forschungsf rderung und -finanzierung)

Ontario Research Foundation, ORF
2395 Speakman Drive, Sheridan Park Research
Community,
Mississauga, Ontario L5K 1B3
(Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
f r Unternehmen in den Bereichen Energie,
Umweltschutz und Abfallbehandlung)

Niederlande**Universität**

Department of Agricultural Engineering
Agricultural University, Mansholtlaan 12
6708 PA Wageningen

Forschungseinrichtungen

Research and Advisory Institute
for Cattle Husbandry
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad
(Futterernte)

Institute of Agricultural Engineering
Mansholtlaan 10-12, 6700 AA Wageningen

Norwegen**Universitäten**

Department of Farm Power and Machinery
Agricultural University of Norway
Postboks 65, 1432 As-NLH

Department of Farm Buildings
Agricultural University of Norway
Post Box 15, N-1432 As-NLH

Forschungseinrichtung

Norwegian Institute of Agricultural Engineering
N-1432 As-NLH Postboks 65

Österreich**Ministerium**

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
Stubenring 1, A-1010 Wien

Gesellschaft

Österreichisches Kuratorium für Landtechnik
Schwindgasse 4, A-1010 Wien
(Mechanisierung, landwirtschaftliches
Bauwesen, Energieeinsatz)

Universitäten

Universität für Bodenkultur
Institut für Landtechnik und Energiewirtschaft
Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien
(Trocknung, Geräte für die Landwirtschaft,
Innenwirtschaft, Alternative Energiequellen)

Technische Universität Graz
Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz

Technische Universität Wien
Karlsplatz 13, A-1040 Wien

Forschungseinrichtungen

Bundesanstalt für Kulturtechnik
und Bodenwasserhaushalt
Pellenbergstraße 1, A-3252 Petzenkirchen
(Bodenmechanik, Bewässerung, Abwasser-
behandlung, Wasserschutz)

Bundesanstalt für Landtechnik
Mankerstraße 18, A-3250 Wieselburg
(Maschinenprüfung, agrartechnische Forschung)

Polen**Universitäten**

Department of Agriculture and Forestry
Engineering, Warsaw Agricultural University
(Institute for Mechanization of Agriculture
and Forestry)
ul. Nowoursynowska 166,
02-975 Warszawa

Institute of Agricultural Mechanization
and Energetics, Agricultural Academy
ul. Balicka 104
30-149 Kraków

Institute of Repair and Organization of Servicing,
Agricultural Academy
ul. Balicka 104
30-149 Kraków

Institute of Agricultural Mechanization
Agricultural University of Lublin
Aleja P.K.W.N. 28, 20-612 Lublin

Institute of Agricultural Machines and Equipment
Academy of Agriculture and Technology
10736 Olsztyn, Kortowo 50

Institute of Agriculture Mechanization
Academy of Agriculture, ul. Wojska Polskiego 50
60-617 Poznań

Forschungseinrichtung

Institute of Agricultural Machinery
ul. Starolecka 31, 60-963 Poznań 11
(Forschung und Konstruktion)

Portugal**Gesellschaften**

Association of Engineers
Av. António Augusto de Aguiar 3
1097 Lisboa Codex

Portuguese National Commission
for Rural Engineering
Nova Oeiras, Bloco D 50, E Oeiras

Universität

College of Agriculture, Technical University
of Lisbon, Institute of Agricultural Engineering
College of Agriculture, Tapada da Ajuda, Lisboa

Forschungseinrichtungen

Academical Institute of Evora
Largo dos Colegiais – 7001 Evora Codex
(Forschung, Bewässerung, Bodenbearbeitung)

General Directorate of Hydraulics
and Agricultural Engineering
Rua Artilharia Um, 101 – 6, Lisboa
(Projektdurchführung, Maschinenprüfung)

Portugese National Committee on Irrigation
and Drainage, Rua de S. Mamede ao Caldas
23 Lisboa Codex

Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne
Agricultural Engineering and
Surveying Department
CE Ecublens, CH-1015 Lausanne, Vaud

Forschungseinrichtungen

Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft
CH-3097 Liebefeld-Bern

Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft
und Landtechnik, CH-8355 Tänikon

Schweden

Gesellschaften

Royal Swedish Academy of Engineering Sciences
Grev Turegatan 14, Box 5073
S-102 42 Stockholm

Swedish Association of Agricultural Engineering
S-750 07 Uppsala 7

Universitäten

Department of Farm Buildings –
Swedish University of Agric. Sciences
PO Box 624, S-220 06 Lund 6

Department of Agricultural Engineering
Swedish University of Agricultural Sciences
S-750 07 Uppsala 7

Forschungseinrichtungen

Alnarp Institute of Agriculture
Farm Machinery Department
S-230-53 Alnarp

Swedish Institute of Agricultural Engineering
S-750 07 Uppsala

Spanien

Ministerium

General Bureau of Agricultural Production
Section Machinery and Auxiliary Means
Paseo de Infanta Isabel, 1 Madrid

Universitäten

Cataluna Technical University
University College of Agricultural Engineering
of Barcelona, Urgel 187, 08036 Barcelona

Higher Technical College of Agronomy Engineers
Ciudad Universitaria, Madrid 3

León University, School of Agricultural Engineering
Campus Universitaria La Palomera, León

Türkei

Universitäten

Cukurova University
Agricultural Engineering Department
PK 444, Adana

Department of Agricultural Machinery
Mechanical Engineering Faculty
Technical University of Istanbul

University of Ankara, Faculty of Agriculture
Department of Agricultural Engineering
(Irrigation-Drainage and Farm Structure
Department) Ankara

Schweiz

Gesellschaft

Schweizerischer Verband für Landtechnik SVLT
Postfach 53, CH 5222 Riniken AG

Universitäten

Abteilung für Kulturtechnik und Vermessung
Eidg. Technische Hochschule Zürich (ETH)
Institut für Kulturtechnik
CH 8093 Zürich-Hönggerberg

UdSSR**Forschungseinrichtungen**

All Union Research and Project Institute
for the Economics, Organization of Production
Management and Information for the Timber
Cellulose-paper and Woodworking-Industry
Polkovaya 17, Moscow 127018

All Union Research Institute of Machine Building
for Livestock Farming and Fodder Production
Dmitrovskoe shosse 107, Moscow 127247

All Union Scientific Research Institute
of Mechanization of Agriculture
5, 1st Institutski, ZH-389 Moscow 109389

Research Institute of Tractor and Agricultural
Machine Building Technology
Marksistskaya 22, Moscow 125040

State Union Tractor Research Institute
Verkhnyaya 34, Moscow 109004

Ungarn**Universitäten**

Agricultural University, Gödöllo
Faculty of Agricultural Engineering
Páter Károly Utca 1, H-2104 Gödöllo

Debrecen University of Agrarian Sciences
Faculty of Agricultural Mechanics, Mezötúr
Tolbuchin Utca 2, Petőfitér 1, H-5400 Mezötúr

Keszthely Agricultural University
Deák Fereic utca 16, H-8361 Keszthely

Technical University of Budapest
Institute of Machine Design
Department of Agricultural Engineering
H-1111 Budapest, Bertalan L.U. 1.

Forschungseinrichtung

Research and Development Institute
for Agricultural Machinery
H-1016 Budapest, Krisztina Krt 55

USA**Gesellschaft**

American Society
of Agricultural Engineers (ASAE)
2950 Niles Road, St. Joseph, Mich. 49085
PO Box 410

Universitäten

Agricultural Engineering Department
Auburn University, Auburn, AL 36849

Agricultural Engineering Department
Colorado State University
Fort Collins, Colorado 80523

Agricultural Engineering Department
Iowa State University, Ames, Iowa 50011

Agricultural Engineering Department
University of Idaho, Moscow, Idaho

Agricultural Engineering Department
Purdue University, West Lafayette, IN 47907

Agricultural Engineering Department
University of Kentucky
Lexington, Ky 40506 (Mail address: Room 126,
00751 – Agric. Engineering Bldg.)

Agricultural Engineering Department
Michigan State University
East Lansing, Michigan 48824

Agricultural Engineering Department
University of Minnesota, St. Paul, MN 55108

Agricultural and Biological Engineering
Department, Mississippi State University
Mississippi State, MS 39762

Agricultural Engineering Department
Ohio State University, Columbus, Ohio 43210

Agricultural Engineering Department
Oklahoma State University
Stillwater, Oklahoma 74078 – 109 Ag Hall

Agricultural Engineering Department
The Pennsylvania State University
University Park, PA 16802

Agricultural Engineering Department
The University of Tennessee
PO Box 1071, Knoxville, Tennessee 37901

Agricultural Engineering Department
Texas Tech University, Lubbock, TX 79409

Agricultural Engineering Department
Virginia Polytechnic Institute and State University
Blacksburg, Virginia 24061

Biological and Agricultural
Engineering Department
School of Agriculture and Life Sciences
North Carolina State University
Raleigh, N.C. 27650

Department of Agricultural Engineering
Clemson University, Clemson, S. C. 29631

Department of Agricultural Engineering
University of California, Davis, California 95616

Department of Agricultural Engineering
Kansas State University, Manhattan,
Kansas 66506

Department of Agricultural Engineering
Louisiana State University and A&M College
Baton Rouge, Louisiana 70803

Department of Agricultural Engineering
University of Nebraska, Lincoln, Nebraska 68583

Department of Agricultural Engineering
New York State College of Agriculture and Life
Sciences, Cornell University
Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853

Department of Agricultural Engineering
Texas A&M University
College Station, Texas 77843

Forschungseinrichtungen

Department of Agricultural Engineering
Ohio Agricultural Research and
Development Center (OARDC)
Wooster, Ohio 44691

Agricultural Research Institute
9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814

VR China

Universitäten

Beijing University
Hai Dian, Beijing

Zhejiang Agricultural University
Hangzhou, Zhejiang Province

Forschungseinrichtungen

Beijing Research Institute
of Environmental Protection
Xi Sangi, Deshengmenwai, Beijing

Chinese Academy of Agricultural Engineering
Research and Planning, CAAERP
Nongzhanguan Lu, Beijing

Chinese Academy of Sciences
27 Wangfujing Dajie (Library), Beijing oder
Policy Research Division, 52 Sanlihe Lu,
2233 Beijing
(Durchführung von Wissenschaftsaustausch,
Kooperationen und Forschung)

Nanjing Research Institute for Agricultural
Mechanization, NRIAM
100 Liuying, Nanjing, Jiangsu Province

Literaturverzeichnis Bibliography

Bücher sind durch ● gekennzeichnet
Books are marked by ●

1. Allgemeine Entwicklung – General development

1.4 Umwelttechnik – Pollution control

- [1] *Ganzelmeier, H.*: Neues bei Feldspritzgeräten – ein Bericht über die wichtigsten Neuerungen auf der Agritechnica. *Gesunde Pflanzen* 42 (1990) H. 2, S. 40-45.
- [2] *Koch, V. J. M.*: Het Landbouwtechnisch Onderzoek en het, MJP-Gewasbescherming. Congres „Gewasbescherming en Spuittechniek“, Lelystad, 1989.
- [3] *van den Weghe, H.*: Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung – Entstehung, Maßnahmen zur Minderung. BML-Arbeitstagung '90, KTBL-Arbeitspapier 145, S. 45.1-45.6, 1990.
- [4] *Krause, K.-H. u. J. Janssen*: Kontinuierliche Ammoniakmessungen in Ställen. Grundlagen der Landtechnik 39 (1989) H. 2, S. 52-65.
- [5] *Hinz, T.*: Lärmemission aus der Landwirtschaft. *Landtechnik* 43 (1988) H. 12, S. 519-521.
- [6] *van den Weghe, H. u. C. Gras*: Gemeinschaftliche Güllelagerung – Modellvorhaben Bitburg. *Landtechnik* 44 (1989) H. 9, S. 334-336.
- [7] *Döller, H. u. F. Peretzki*: Damit der Güllestickstoff nicht in der Luft verpufft. *top agrar* 18 (1989) H. 3, S. 89-90.
- [8] *NMELF (Hrsg.)*: Forschungs- und Entwicklungsvorhaben: Technische Aufbereitung und Verwertung von Schweinegülle im Rahmen der Dümmersanierung. Informationsschrift der Niedersächsischen Landgesellschaft, Hannover 1990.
- [9] *BMFT (Hrsg.)*: Bekanntmachung über die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet „Umweltschonende Technologien zur Verwertung und Entsorgung von Reststoffen tierischer Herkunft“, Bonn 1989.
- [10] *Traulsen, H.*: Rapsöl als Schmieröl für Landmaschinen. *profi* 1 (1989) H. 1, S. 34-35.
- [11] *KTBL*: Erstes umweltfreundliches Schmierfett auf Pflanzenölbasis. *Landtechnik* 44 (1989) H. 1, S. 4.
- [12] *Pfab, H. u. J. Schön*: Hydraulikflüssigkeit auf pflanzlicher Basis für Traktoren und Landmaschinen. *Landtechnik* 44 (1989) H. 10, S. 426-427.

2. Traktoren – Agricultural tractors

2.1 Gesamtentwicklung – General development

- [1] -,: Statistik der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung (LAV) im VDMA, Stand März 1990.
- [2] -,: Geschäftsbericht 1989 der Deere & Company, Moline/ILL. (USA), 1990.
- [3] *Renius, K. Th.*: Traktoren. Gesamtentwicklung. *Jahrbuch Agrartechnik* 2 (1989), S. 25-28 u. 151, 152.
- [4] -,: Traktorenübersicht, *dlz* 40 (1989) H. 10, S. 18-81 u. 84-99.
- [5] *Söhne, W.*: Ackerschlepper 1982. *ATZ* 85 (1983) H. 1, S. 37-48.
- [6] *Renius, K. Th. u. H. Pfab*: Traktoren 1989/90. *ATZ* 92 (1990) H. 6, S. 334-335, 338-343 u. 346.
- [7] *Wildemann, H.*: Sinkende Stückzahlen – steigende Variantenzahlen: Ein lösbarer Zielkonflikt? *Landtechnik* 44 (1989) H. 1, S. 12-18.
- [8] *Voigts, A.*: Logistikgerechte Fabrikplanung (Jahresübersicht). *VDI-Z* 131 (1989) H. 6, S. 52-63.
- [9] *Renius, K. Th.*: The industrial process of implementing innovative ideas to farm machinery. Plenarvortrag Club of Bologna (Bologna) 8. 11. 1989.
- [10] *Logos, J. N.*: Gedanken zur Entwicklungsgeschichte der Eicher-Goodearth Ltd. *Landtechnik* 44 (1989) H. 12, S. 512-515.
- [11] *Brenndörfer, M.*: Traktoren im Blickpunkt. *Landtechnik* 45 (1990) H. 1, S. 6-8.
- [12] *Auernhammer, H.*: Elektronik in Traktoren und Landmaschinen. München: BLV-Verlag 1989.
- [13] *Freemann, S. A. and P. D. Ayers*: An Expert System for Tractor Selection. *Appl. Engng. in Agric.* 5 (1989) H. 2, S. 123-126.
- [14] *Wendl, G.*: Reparaturkostenuntersuchungen an Ackerschleppern. *Grundlagen der Landtechnik* 39 (1989) H. 1, S. 17-21.

- [15] ● **Gebhardt, W. H.:** Taschenbuch Deutscher Schlepperbau, Bd. 1 u. 2. Stuttgart: Frankh'sche Verlagshandlg. 1988.
- [16] ● **Häfner, K.:** Lanz Kühler-Bulldogs von 1928 bis 1942. Stuttgart: Frankh'sche Verlagshandlg. 1989.
- [17] ● **Liljedahl, J. B. et al.:** Tractors and their power units (4. Aufl.). New York: Van Nostrand Reinhold 1989.
- [18] ● **Kutzbach, H. D.:** Allgemeine Grundlagen Ackerschlepper Fördertechnik. Lehrbuch d. Agrartechnik Bd. 1. Hamburg/Berlin: Verlag P. Parey 1989.
- [19] ● **Kirste, Th.:** Die Entwicklung eines 30-kW-Forschungs- traktors als Studie für lärmarme Gesamtkonzepte. Diss. TU München 1989, Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 14, H. 43. Düsseldorf: VDI-Verlag 1989.
- [20] -, -: Die Trac-Systeme im Leserurteil (dlz-Umfrage). dlz 40 (1989) H. 9, S. 46.
- [21] **Leutner, S.:** Überlegungen zur Entwicklung eines neuen TRAC-Konzepts. Vortrag VDI/MEG-Tagung „Landtechnik“ 26./27. 10. 1989 Köln.
- [22] **Rühling, W.:** Bemerkenswertes zur Intervitis '89. Landtechnik 44 (1989) H. 7/8, S. 275-277.
- [23] -, -: Tread-Laying Belts Propel New Ag Tractor. Agric. Engng 68 (1987) H. 2, S. 16-18.
- [24] -, -: Performance comparison between the Caterpillar Challenger 65 and a four-wheel drive articulated tractor. Nebraska Test Report No. 88-11 (10. 6. 1989).
- [25] **Mecking, K.:** Profilbandlaufwerke. In „Reifen landwirtschaftlicher Fahrzeuge“. VDI/MEG-Koll. Landtechnik H. 7 (1989), S. 102-109.
- [26] **Hemrich, F.:** Anwendungsgebiete für Leichtfahrzeuge. Vortrag Schlüter-Unternehmer-Seminar Feb. 1988, Schlüterhof/Freising.
- [27] **Holt, J. B. and N. D. Tillet:** The Development of a Nine Metre Span Gantry for the Mechanized Production and Harvesting of Cauliflowers and Other Field Vegetables. J. agric. Engng Res. 43 (1989) H. 2, S. 125-135.
- 2.2 Motoren und Getriebe – Engines and transmissions**
- [1] -, -: Traktorenübersicht. dlz 40 (1989) H. 10, S. 18-81 u. 84-99.
- [2] **Renius, K. Th., W. Söhne u. H. Reiter:** Traktoren 1987/88. ATZ 90 (1988) H. 5, S. 221-227 u. 230-232.
- [3] **Schittler, M.:** Traktordieselmotoren: Anforderungen und Entwicklungstendenzen. Landtechnik 43 (1988) H. 10, S. 409-410 u. 412.
- [4] **Rex, R.:** Dieselmotor und Umwelt. Lastauto Omnibus 66 (1989) H. 10, S. 45-49.
- [5] **Sibley, J. E. et al.:** The Caterpillar 3176 Heavy Duty Diesel Engine. SAE-paper No. 881856 (1988).
- [6] **McKinley, T. L. and R. J. Primus:** An Assessment of Turbocharging Systems for Diesel Engines from First and Second Law Perspectives. SAE-paper No. 880598 (1988).
- [7] **Zepanski, P.:** Über die Zukunft des Dieselmotors. Automobil-Ind. 34 (1989) H. 2, S. 201-211.
- [8] **Hoepke, E.:** Partikelfilter für Omnibusse und Kommunalfahrzeuge. ATZ 91 (1989) H. 12, S. 680-683.
- [9] **Kirste, Th.:** Entwicklung eines 30-kW-Forschungstraktors als Studie für lärmarme Gesamtkonzepte. Diss. TU München 1989, Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 14, Nr. 43. Düsseldorf: VDI-Verlag 1989.
- [10] **Strehler, A.:** Raps als Energieträger. Landtechnik 44 (1989) Sonderheft zu Ehren von Prof. Dr. H. L. Wenner †, S. 406 u. 408-410.
- [11] **Schrottmaier, J.:** Pflanzenöl als Kraftstoff für Dieselmotoren. Vortrag VDI-AK „Landtechnik“ am Inst. f. Landmaschinen TU München 22. 2. 1990.
- [12] **Wurst, F. et al.:** Emissionen beim Einsatz von Rapsmethylester an einem Prüfstandsmotor. Forschungs-Berichte Bundesanstalt f. Landtechnik, Wieselburg/Österr. H. 22 (1990).
- [13] -, -: Rapsölmotor serienreif. Pressemitt. der Eicher GmbH, siehe auch DLG-Mitt. 104 (1989) H. 20, S. 1032.
- [14] -, -: Unterlagen der J. I. Case GmbH Neuss, 1990.
- [15] **Renius, K. Th. u. H. Pfab:** Traktoren 1989/90. ATZ 92 (1990) H. 6, S. 334-335, 338-343 u. 346.
- [16] **Renius, K. Th.:** Zur frühen und neueren Entwicklung des Allradantriebes bei Traktoren. Landtechnik 44 (1989) H. 10, S. 420-425.
- [17] **Reiter, H. u. K. Th. Renius:** Traktorgetriebe – Entwicklungstendenzen und neuere Konzepte. Grundlagen der Landtechnik 38 (1988) H. 6, S. 169-177.
- [18] **Renius, K. Th.:** Ackerschleppergetriebe: Anforderungen und neuere Entwicklungen. Landtechnik 39 (1984) H. 10, S. 442-446.
- [19] **Reiter, H.:** Verluste und Wirkungsgrade bei Traktorgetrieben. Diss. TU München 1990. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 14, H. 46, Düsseldorf: VDI-Verlag 1990.
- [20] -, -: Unterlagen der Firma P.I.V. Reimers GmbH & Co. KG, Bad Homburg 1990.
- [21] **Sauer, G. u. K. Th. Renius:** Strukturen von Traktorantrieben mit stufenlosen Umschlingungsgetrieben. Vortrag VDI/MEG-Tagung „Landtechnik“ 26./27. 10. 1989 Köln.
- [22] **Bertsche, B. u. G. Lechner:** Zuverlässigkeit und Systemlebensdauer von Planeten-Getrieben in Kraftfahrzeugen. Antriebstechnik 28 (1989) H.3, S. 28-34.
- [23] **Yang, Q.:** Zuverlässigkeit von Zahnradgetrieben. Dissertation Ruhr-Universität Bochum 1989.
- [24] ● **Haibach, E.:** Betriebsfestigkeit. Düsseldorf: VDI-Verlag 1989.
- [25] **Reisch, S. u. H. Höller:** Auslegung und praktische Erfahrungen mit Strömungskupplungen und -wandlern in Ackerschleppern. Vortrag VDI/MEG-Tagung „Landtechnik“ 26./27. 10. 1989 Köln.
- [26] **Biller, G. R.:** Tribologie und Schmierstoffreinheit. Antriebs- technik 29 (1990) H. 2, S. 30, 32 u. 34-35.
- 2.3 Reifen – Reifen/Boden-Verhalten – Tires and tire-soil-system**
- [1] DIN 7793 Teil 1 und 2 Reifen für Kraftfahrzeuge, Arbeitsmaschinen und Anhängerfahrzeuge; MPT-Mehrzweckreifen (Ausgabedatum 1990.02.00).
- [2] ISO 4251-5 Reifen und Felgen für Ackerschlepper und Landmaschinen Teil 5: (Forstwirtschaft, Ausgabedatum 1989.11.00).
- [3] **Beckmann, D.:** Normung landwirtschaftlicher Reifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 13-22.
- [4] **Walter, G.:** Zulassungsrechtliche Probleme bei der Bereifung land- und forstwirtschaftlicher Fahrzeuge. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik, 1989, H. 7, S. 189-197.

- [5] Tersitsch, S.: AS-Reifenentwicklung mit Zielsetzung Verbesserung des Fahrkomforts. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 170-180.
- [6] Brinkmann, M.: Erprobung von Ackerschlepper-Treibradreifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 32-37.
- [7] Armbruster, K.: Messung von Längs- und Seitenkräften an angetriebenen, schräglaufenden Reifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik, 1989, H. 7, S. 7-12.
- [8] Lines, J. A. and N. A. Young: A machine for measuring the suspension characteristics of agricultural tyres. *Journal of Terramechanics* 26 (1989) H. 3/4, S. 201-210.
- [9] Koppen, C., U. Köhler u. J. Rink: Meßfahrzeug zur kombinierten Prüfung von Fahrzeugen und Einzelrädern. *agrartechnik* 39 (1989) H. 4, S. 167-169.
- [10] Kising, A. u. H. Göhlich: Dynamic characteristics of large tyres. *J. agric. Engng. Res.* 42 (1989) H. 1, S. 11-21.
- [11] Schöpf, H. J. u. a.: Schnellaufende Flachbahn als neuartige Komponente für Fahrzeug- und Bauteilprüfstände. *ATZ* 91 (1989) H. 1, S. 25-32.
- [12] Mecking, K.: Profilbandlaufwerke. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 102-109.
- [13] -: Claas mit Zuversicht in die Zukunft. *Landtechnik* 44 (1989) H. 7/8, S. 309-310.
- [14] -: Verringert den Bodendruck. *Agrartechnik* 68 (1989) H. 10, S. 20-22.
- [15] Inoue, E. J. Sakai, K. Hashiguchi and T. Matsuo: Driving Characteristics of Rubber Crawler for Farm Machinery-Mechanical Characteristics on the Track Rollers and the Rubber Crawler. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok 1988*, S. 313-323.
- [16] Derdack, W.: Traktor für die Landwirtschaft mit Gummigleisbandfahrwerk. *agrartechnik* 39 (1989) H. 8, S. 376.
- [17] Derdack, W.: Technische Konzeption und Anwendung von Gleisbandfahrzeugen an Traktoren. *agrartechnik* 39 (1989) H. 7, S. 318-320.
- [18] -: Raupenrüstsatz. *DLG-Mitteilungen* 104 (1989) H. 6, S. 272.
- [19] -: Raupenrüstsatz für Ackerschlepper. *Agrartechnik* 68 (1989) H. 5, S. 32.
- [20] Holzwarth, D.: Gleitschutzketten, Einfluß auf Traktion und Fahrverhalten, Fahrbahneinwirkungen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik (1989), H. 7, S. 55-62.
- [21] Wang, Z. and K. W. Domier: Prediction of drawbar performance for a tractor with dual tires. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 5, S. 1529-1533.
- [22] He Zunian, Yu Qun and Yu Guyuan: Comparative Study on the Traction Performance of Dual and Single Tyres. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok (1988)*, S. 303-311.
- [23] Victor, C.-G.: Probleme bei der Einführung/Anerkennung des Reifenkonzepts TWIN. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 181-188.
- [24] Jara, A.: Polyurethan-Niederdruckreifen für landwirtschaftliche Fahrzeuge. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 72-85.
- [25] Jakobsen, B. F. and A. R. Dexter: Prediction of soil compaction under pneumatic tyres. *Journal of Terramechanics* 26 (1989) H. 2, S. 107-119.
- [26] Schwanghart, H.: Bodenverdichtung unter einem rollenden Rad. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 129-137.
- [27] Abebe, A. T., T. Tanaka and M. Yamazaki: Soil compaction by multiple passes of a rigid wheel relevant for optimization of traffic. *Journal of Terramechanics* 26 (1989) H. 2, S. 139-148.
- [28] Blackwell, J., R. Horn, N. S. Jayawardane, R. White and P. S. Blackwell: Vertical Stress Distribution Under Tractor Wheeling in a Partially Deep Loosened Typic Paleustalf. *Soil and Tillage Research* 13 (1989) H. 1, S. 1-12.
- [29] Horn, R., P. S. Blackwell u. R. White: The Effect of Speed of Wheeling on Soil Stresses, Rut Depth and Soil Physical Properties in an Ameliorated Transitional Red-Brown Earth. *Soil and Tillage Research* 13 (1989) H. 4, S. 353-364.
- [30] Gruber, W.: Befahrbarkeit von Ackerböden bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren. *Landtechnik* 44 (1989) H. 1, S. 25-28.
- [31] Kawahara, S.: Slip Effect of Rigid Wheel on Sand Compaction. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok (1988)*, S. 225-232.
- [32] Zhuang Jide and Wang Qingnian: Prediction of the Multi-Pass Performance of a Rigid Wheel on Sand. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok (1988)*, S. 285-291.
- [33] Henshall, J. K. and D. L. O. Smith: An improved method of presenting comparisons of soil compaction effects below wheel ruts. *J. agric. Engng. Res.* 42 (1989) H. 1, S. 1-13.
- [34] Tanaka, T., M. Yamazaki and A. T. Abebe: Multiple Pass Effect of a Wheel on Soil Compaction. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok (1988)*, S. 269-276.
- [35] Neukam, M.: Messung des Druckes im Boden unter einem AS-Reifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 120-128.
- [36] Steinkampf, H. u. C. Sommer: Druck- und Verdichtungsmessungen im Feld unter großvolumigen Reifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 156-169.
- [37] Horn, M. u. M. Lebert: Bedeutung des Bodenaufbaus und der Fahrgeschwindigkeit von Traktoren für die Druckfortpflanzung in Ackerböden. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 63-71.
- [38] Isensee, E. u. V. Schick: Transportfahrzeuge und Bodendruck. *Landtechnik* 44 (1989) H. 10, S. 434-437.
- [39] Handke, A. u. G. Regli: Simulation der Wechselwirkung Reifen-Boden mit Hilfe finiter Elemente. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 38-45.
- [40] Gassman, P. W., D. C. Erbach and S. W. Melvin: Analysis of track and wheel soil compaction. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 1, S. 23-29.
- [41] Kirby, J. M.: Shear Damage Beneath Agricultural Tyres: A Theoretical Study. *J. agric. Engng. Res.* 44 (1989) H. 4, S. 217-230.
- [42] Izumi, H., M. Ueno, K. Uchiyama, K. Hashiguchi, E. Inoue and T. Shikanai: An Attempt of Finite Element Analyses for the Interaction of Soil and Tractor. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok (1988)*, S. 219-224.

- [43] *Seitz, N.*: Alterung von Stahlgürtelreifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 138-145.
- [44] *Muro, T.*: Wear rate characteristics of heavy dump truck tires. *Journal of terramechanics* 26 (1989) H. 1, S. 11-24.
- [45] -,: Im Acker weich – auf der Straße hart. *dlz* 40 (1989), H. 7, S. 38-40.
- [46] *Hohl, G. H.*: Bestimmung der Bodenkennwerte und ihr Einfluß auf den Rollwiderstand und auf das Zugkraft-Schlupfverhalten. Symposium – Geländefahrzeuge in Theorie und Praxis. Wien 1989, S. 4.
- [47] *Songtao, Chen and J. Y. Wong*: An Approach to Improving the Prediction of Pneumatic Tire Performance over Unprepared Terrain. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok* (1988), S. 293-302.
- [48] *Duda, A.*: Zur Mechanik des Rad-Boden-Kontaktes. *agrar-technik* 39 (1989) H. 11, S. 494-496.
- [49] *Lyne, P. W. L. and E. C. Burt*: Real-time optimization of tractive efficiency. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 2, S. 431-435.
- [50] *Langenbeck, B.*: Nichtlineares Reifenmodell. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 86-93.
- [51] *Meyer, W.*: Experimentelle Ermittlung von Kennwerten für ein Standard-Testprogramm von Traktorreifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 110-119.
- [52] *Sielkes, T.*: Dynamische Kennwerte von AS-Reifen im Prüfstandsversuch und im Freiland. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 146-155.
- [53] *Masenger, U.*: Berechnung der Reaktion eines Reifens auf verschiedene Anregungen bei schnell veränderlichen Rollzuständen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 94-101.
- [54] *Kowalewsky, H. H.*: Den richtigen Reifen finden. *DLG-Mitteilungen* 104 (1989) H. 21/22, S. 1106-1107.
- [55] *Schwanghart, H. u. A. Zweier*: Einfluß des Profils auf das Triebkraft-Verhalten von Geländewagenreifen im lockeren Boden. Symposium – Geländefahrzeuge in Theorie und Praxis. Wien 1989, S. 216-224.
- [56] *Zweier, A.*: Untersuchungen des Triebkraftverhaltens von Geländewagenreifen in der Bodenrinne und im Feld. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 198-208.
- [57] *Upadhyaya, S. K., D. Wulfsohn and G. Jubbal*: Traction prediction equations for radial ply tyres. *Journal of Terramechanics* 26 (1989) H. 2, S. 149-175.
- [58] *Xu Zhaolin*: Characteristics Comparison Between Radial and Bias-Ply Tractor Tyres. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS* (1988), S. 367-375.
- [59] *Oida A., S. Akihiko, I. Hiromichi and T. Kittichai*: Measurement and Analysis of Normal, Longitudinal and Lateral Stresses in Wheel-Soil Contact Area. *Proceed. 2nd Asia-Pacific Conf. ISTVS-Bangkok* (1988), S. 233-243.
- [60] *Burt, E. C., R. K. Wood and A. C. Bailey*: Dynamic load effects on the tangential-to-normal stress ratio for pneumatic tires. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 4, S. 1177-1181.
- [61] *Betzler, J. u. K. Wermann*: Einfluß der Reifen. In: „Reifen landw. Fahrzeuge“. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik 1989, H. 7, S. 23-31.
- [62] *Lal, R., T. J. Logan and N. R. Fausey*: Long-term Tillage and Wheel Traffic Effects on a Poorly Drained Mollic Ochraqualf in Northwest Ohio. 1. Soil Physical Properties, Root Distribution and Grain Yield of Corn and Soybean. *Soil and Tillage Research* 14 (1989) H. 4, S. 341-358.
- [63] *Monroe, G. E. and J. H. Taylor*: Traffic lanes for controlled-traffic cropping systems. *J. agric. Engng Res.* 44 (1989) H. 1, S. 23-31.
- [64] *Werner, A.*: Fahrtrassen auf dem Acker? *DLG-Mitteilungen* 104 (1989) H. 6, S. 291-294.
- [65] *Monroe, G. E., E. C. Burt, R. K. Wood and J. H. Taylor*: Building and testing traffic lanes for controlled-traffic farming. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 2, S. 355-360.
- [66] *Kromer, K.-H.*: Verkehrsorientierte Anbausysteme – Definition und verfahrenstechnische Lösungen. *Landtechnik* 44 (1989) H. 6, S. 225-232.

2.4 Schlepperhydraulik – Tractor hydraulic

- [1] *Friedrichsen, W. u. T. van Hamme*: Hydrostatische Antriebe und Steuerungen in Landmaschinen und Ackerschleppern. o + p „Ölhydraulik und Pneumatik“ 32 (1988) H. 2, S. 124-130.
- [2] ● *van Hamme, T. u. J. Möller*: Entwicklung der Hydraulik im Ackerschlepper. In: *Fluidtechnik*, 1. Auflage, Essen: Vulkan-Verlag, 1989.
- [3] *Wilkins, D.*: Ist die hydraulische Steckdose universell einsetzbar? *Fluid* 19 (1985) H. 4, S. 16-22.
- [4] *Garbers, H. u. W. Röhrs*: Entwicklung der Hydraulik in Ackerschleppern. *Maschinenmarkt* 95 (1989) H. 11, S. 176-179.
- [5] *Möller, J.*: Hydraulik-Schnittstelle Traktor-Gerät (DIN 9679). o + p „Ölhydraulik und Pneumatik“ 33 (1989) H. 6, S. 486-490.
- [6] *Klotzbücher, W.*: Energieverluste in Hydrauliksystemen von Ackerschleppern. *Grundlagen der Landtechnik* 34 (1984) H. 6, S. 247-254.
- [7] *Garbers, H.*: Belastungsgrößen und Leistungsbilanzen von Schlepperhydrauliksystemen. o + p „Ölhydraulik und Pneumatik“ 30 (1986) H. 11, S. 815-820.
- [8] *Friedrichsen, W. u. J. Möller*: Neue Entwicklungen und Tendenzen der Hydraulik in Landmaschinen und Ackerschleppern. o + p „Ölhydraulik und Pneumatik“ 34 (1990) H. 3, S. 148-160.
- [9] -,: Elektrohdraulische Steuerung EHS. *Informationsschrift der Robert Bosch GmbH*, Stuttgart 1989.
- [10] *Friedrichsen, W. u. T. van Hamme*: Load-Sensing in der Mobilhydraulik. o + p „Ölhydraulik und Pneumatik“ 30 (1986) H. 12, S. 916-919.
- [11] *Garbers, H. u. B. Scheufler*: Hydrostatische Antriebe und Steuerung in Landmaschinen und Ackerschleppern. o + p „Ölhydraulik und Pneumatik“ 26 (1982) H. 7, S. 495-501.
- [12] *Mertins, K.-H.*: Elektronik im Einsatz. *Agrartechnik* 69 (1990) H. 2, S. 52-55.
- [13] *Ullrich, A. u. H. Göhlich*: Fahrdynamik von Schleppern mit und ohne Arbeitsgeräte bei höheren Fahrgeschwindigkeiten. *Grundlagen der Landtechnik* 33 (1983) H. 4, S. 108-115.
- [14] ● *Bermann, E.*: Entwicklung von Hard- und Softwarewerkzeugen zur Leistungs- und Einsatzoptimierung von Traktoren. *Fortschritt-Berichte, VDI-Reihe* 14, Nr. 39, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1988 (Dissertation TU Berlin).

2.5 Fahrdynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz – Tractor dynamics – Tractor safety – Operator's workplace

- [1] -: Off-road-vehicle developments. Automotive Engineer, 14 (1989) H. 1, S. 47-49/70.
- [2] Betzler, J. W.: Verfahren zur Beschreibung schneller ungefederter Radfahrzeuge hinsichtlich Fahrverhalten und Fahrbahnbelastung. Dissertation TH Darmstadt, 1989.
- [3] Betzler, J. W. u. K. Wermann: Einfluß der Reifen auf die Querdynamik von landwirtschaftlichen Fahrzeugen. 7. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik 1989, München.
- [4] Deltenre, A. and M. F. Destain: Dynamic behavior of an agricultural tractor and its trailer. Agricultural engineering Proceedings of the 11th international congress on agricultural engineering (CIGR), Dublin 1989, S. 2841-2849.
- [5] Destain, M. F. and A. Deltenre: Ride simulation of seat suspensions for off-road vehicles. Agricultural engineering Proceedings of the 11th international congress on agricultural engineering (CIGR), Dublin 1989, S. 2851-2858.
- [6] Lines, J. A., R. T. Whyte and R. M. Stayner: An agricultural tractor cab suspension system. Proceedings, United Kingdom informal group meeting on human response to vibration, AFRC Institute of Engineering Research, Silsoe 1989, S. 10 ff.
- [7] Pickel, P.: Simulation von Traktorschwingungen. 8. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, Berlin 1989.
- [8] Rummer, R. B.: Computer simulation of ride dynamics for the design of forest machines. Transactions ASAE 32 (1989) H. 1, S. 12-16.
- [9] Stayner, R. M.: Suspensions for agricultural vehicles Advanced Suspensions, Proc. of the Inst. of Mech. Eng. Int. Conf., London.
- [10] Tersitsch, S.: AS-Reifenentwicklung mit Zielsetzung Verbesserung des Fahrkomforts. 7. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, München 1989.
- [11] Bergmann, E.: Entwicklung von Hard- und Softwarewerkzeugen zur Leistungs- und Einsatzoptimierung von Traktoren. Dissertation TU Berlin, 1987.
- [12] Leutner, S.: Überlegungen zur Entwicklung eines neuen TRAC-Konzeptes. VDI/MEG-Tagung Landtechnik, Köln 1989.
- [13] Kiwitz, H.: Neues Schlepperkonzept. Vortrag VDI/MEG-Tagung Landtechnik, Köln 1989.
- [14] Mercedes-Benz AG (Hrsg.): Erfolgreich in die 90er Jahre. Unimog (Firmenschrift, Redaktion Mercedes-Benz AG, Werk Gaggenau) S. 8-9.
- [15] Crolla, D. A.: A new tyre model for tractor ride vibration studies. 8. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, Berlin 1989.
- [16] Siefkes, T.: Der AS-Reifen als Bindeglied zwischen Fahrzeugen und Boden. 8. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, Berlin 1989.
- [17] Artmann, R., H. Speckmann u. J. Robra: Datenübertragung zwischen Traktor, Arbeitsgeräten und Betriebscomputer. Zielsetzung und Stand der Normung. Landtechnik 44 (1989) H. 10, S. 428-431.
- [18] Gottschalk, K. u. A. Parnow: Microrechnerkonzepte für Diagnosesysteme an Landmaschinen. VDI/MEG-Tagung Landtechnik, Köln 1989.
- [19] Armbruster, K.: Messung von Längs- und Seitenkräften schräglauflender Reifen. 7. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, München 1989.
- [20] Alimardani, R., T. S. Colvin and S. J. Marley: Verification of the "TERMS" traction prediction model. Transactions ASAE; 32 (1989) H. 3, S. 817-821.
- [21] Bergmann, D., J. Rothe u. H. Schulz: Bremsanlagen an selbstfahrenden Land- und Transportmaschinen, Teil 3. agrartechnik 39 (1989) H. 10, S. 455-457.
- [22] Bottoms, D. J.: The tractor drivers' steering performance and task difficulty concepts. Contemporary Ergonomics 1989, Proceedings of the Ergonomics Society's Annual Conference, Reading 1989, S. 272-277.
- [23] Carletti, E., S. Potecchi and I. Vecchi: Intensimetry for the characterization of agricultural tractor noise. Agricultural engineering Proceedings of the 11th international congress on agricultural engineering (CIGR), Dublin 1989, S. 2825-2831.
- [24] Deboli, R. and S. Potecchi: Laboratory determination of the theoretical effect of vibration-induced fatigue on agricultural and earth-moving machinery drivers. Agricultural engineering Proceedings of the 11th international congress on agricultural engineering (CIGR), Dublin 1989, S. 2833-2840.
- [25] Doanti, P. M., R. T. Whyte, W. V. Streader and R. M. Stayner: Assessment of tractor seat design in dynamic conditions. Phase 1: Preferred height and angle of the back rest and width of the seat pan. Divisional Note, AFRC Institute of Engineering Research, Silsoe, No. DN 1528.
- [26] El-Razaz, A. S. A. and D. A. Crolla: A multi-spoke model for off-road vehicles. Proceedings of the 4th Conference of the ISTVS, Wageningen 1989.
- [27] Febo, P. and D. Pessina: Comparison between ventilation and air conditioning systems in tractor cabs. Agricultural engineering Proceedings of the 11th international congress on agricultural engineering (CIGR), Dublin 1989, S. 2859-2866.
- [28] Gasparetto, E.: Ergonomic standards in agricultural machinery and rural buildings – development and application. Agricultural engineering Proceedings of the 11th international congress on agricultural engineering (CIGR), Dublin 1989, S. 2799-2810.
- [29] Graef, M., A.-W. Zielstorff u. G. Vellguth: Mathematische Simulation und Vorausberechnung von Schlepperfahrkurven zur Fahrerentlastung und Unfallverhütung beim Geräteankuppeln. 8. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, Berlin 1989.
- [30] Göhlich, H. u. P. Pickel: Schwingungssimulation von Traktoren. TU International ■ (1989) H. 6/7, S. 8-9.
- [31] Goldberg, J. H. and V. Parthasarathy: Operator limitations in farm tractor overturn recognition and response. Applied Ergonomics 20 (1989) H. 2, S. 89-96.
- [32] Hammer, W., H. Beutnagel and U. Schmalz: Safe access to farm tractors. Paper, American Society of Agricultural Engineers; No. 88-5028, 1988.
- [33] Hanisch, A. u. B. Haakshorst: Projekt Chamäleon: Designstudie einer Systemkabine. Agrartechnik 68 (1989) H. 4, S. 16-19.
- [34] Hansson, J. E.: Ergonomic checklist for agricultural machinery and similar equipment: a human factors teaching module. Paper, American Society of Agricultural Engineers, No. 88-1638, 1988.
- [35] Isensee, E. u. V. Schick: Transportfahrzeuge und Bodendruck. Landtechnik, 44 (1989) H. 10, S. 434-437.

- [36] *Jaarsma, C. F. and T. Michels*: Agricultural traffic and road safety in the Netherlands. Agricultural engineering Proceedings of the 11th international congress on agricultural engineering (CIGR), Dublin 1989, S. 173-180.
- [37] *Kising, A. u. H. Göhlich*: Ackerschlepper-Reifendynamik. Teil 1: Fahrbahn- und Prüfstandsergebnisse. Grundlagen der Landtechnik 38 (1988) H. 3, S. 78-87.
- [38] *Kising, A. u. H. Göhlich*: Ackerschlepper-Reifendynamik. Teil 2: Dynamische Federungs- und Dämpfungswerte. Grundlagen der Landtechnik 38 (1988) H. 4, S. 101-106.
- [39] *Kising, A. u. H. Göhlich*: Ackerschlepper-Reifendynamik. Teil 3: Rolldynamik und Betriebsverhalten. Grundlagen der Landtechnik 38 (1988) H. 5, S. 137-143.
- [40] *Kising, A. u. H. Göhlich*: Dynamic characteristics of large tyres. Agric. Eng. Res. 43 (1989) H. 1, S. 11-21.
- [41] *Langenbeck, B.*: Nichtlineares Reifenmodell. 7. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, München 1989.
- [42] *Latif, N. and L. L. Christianson*: Cab accessibility: how important is it? Transactions ASAE 31 (1988) H. 1, S. 5-8.
- [43] *Masenger, U.*: Berechnung der Reaktion eines Reifens auf verschiedene Anregungen bei schnell veränderlichen Rollzuständen. 7. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, München 1989.
- [44] *Meyer, W.*: Experimentelle Ermittlung von Kennwerten für ein Standard-Testprogramm von Traktorreifen. 7. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, München 1989.
- [45] *Meyer, W., T. Siefkes and H. Göhlich*: Dynamic Properties of Agricultural Tires. Proceedings of the 4th Conference of the ISTVS, Wageningen 1989.
- [46] *Monsees, N., R. T. Whyte u. J. A. Lines*: Relationship between subjective assessments and objective measurements of tractor ride vibration (rms and rmq). Divisional Note, AFRC Institute of Engineering Research, Silsoe 1989, No. DN 1511.
- [47] *Nguyen, N. V. and J. A. Lines*: The enveloping characteristics of an agricultural tyre. Divisional Note, AFRC Institute of Engineering Research, Silsoe 1989, No. DN 1461.
- [48] *Ohmiya, K.*: Im Acker weich – auf der Straße hart: Luftdruck während der Fahrt ändern. dlz 40 (1989) H. 7, S. 38-41.
- [49] *Orlande, N. V.*: Simulation of 4WD tractor hop on soft soils. Paper, American Society of Agricultural Engineers, No. 88-3030, 1988.
- [50] *Patil, M. K. and M. S. Palanichamy*: A mathematical model of tractor-occupant system with a new seat suspension for minimization of vibration response. Applied Mathematical Modelling 12 (1988) H. 1, S. 63-71.
- [51] *Siefkes, T.*: Dynamische Kennwerte von AS-Reifen im Prüfstandsversuch und im Freiland. 7. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, München 1989.
- [52] *Song, A., B. K. Huang and H. D. Bowen*: Simulating a powered model wheel-tractor on soft ground. Transactions ASAE 32 (1989) H. 1, S. 2-11.
- [53] *Stayner, R. M.*: Maximum permissible noise levels emitted by wheeled agricultural and forestry tractors in the member states of the European Community. Applied Acoustics 23 (1988) H. 3, S. 191-197.
- [54] *Uenala, N.*: Traktorfahrsitze in der Praxis. FAT-Berichte, Schweiz, No. 358, 1989.
- [55] *Whyte, R. T., W. V. Streader and R. M. Stayner*: Assessment of tractor seat design in dynamic conditions. Phase 2: Preferred firmnesses of the seat pan, back rest and back rest top and preferred back rest angle. Divisional Note, AFRC Institute of Engineering Research, Silsoe, No. DN 1536.

3. Transport- und Fördermittel – Transportation and conveyance

- [1] *Rittel, L.*: Ein Traktor zuviel, ein Stabler zuwenig? top agrar 18 (1989) H. 6, S. 70-72.
- [2] -: Gut, aber teuer! top agrar 18 (1989) H. 10, S. 20.
- [3] *Große Enking, J.*: Zuckerrüben, Stroh und Getreide mit dem eigenen „Brummi“ fahren? top agrar 18 (1989) H. 10, S. 80-82.
- [4] ● *Gerdes, A.*: Land- oder forstwirtschaftliche (lof) Fahrzeuge im Straßenverkehr. 1. Auflage/Ergänzungen, Ulm: Ebner-Verlag 1986/1989.
- [5] -: Keine Scherereien mehr mit der Polizei. dlz 39 (1989) H. 11, S. 144-147.
- [6] *Heilmann, G.*: Muß ich meine Anhängerbremse umrüsten? dlz 39 (1989) H. 7, S. 94-95.
- [7] *Uhlig, F.*: Nur ein Anhänger hinter dem 40-km/h-Schlepper? DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 18, S. 947-948.
- [8] -: Verkehrsblatt, Bundesministerium für Verkehr 23. 6. 1989, S. 471-475.
- [9] *Twiefel, G.*: Kein Kipper von der Stange. Agrar-Übersicht 41 (1990) H. 1, S. 28-29.
- [10] -: Stabilisator am Kipper. top agrar 19 (1990) H. 1, S. 20.
- [11] -: Stabilisiertes Fahrgestell. profi 2 (1990) H. 2, S. 80.
- [12] *Isensee, E. u. V. Schick*: Transportfahrzeuge und Bodendruck. Landtechnik 44 (1989) H. 10, S. 434-437.
- [13] -: Verringert den Bodendruck. Agrartechnik 68 (1989) H. 10, S. 20-22.
- [14] -: Geregelter Luftdruck. Agrartechnik 68 (1989) H. 11, S. 104-107.
- [15] -: Reifendruckregelanlage. dlz 39 (1989) H. 11, S. 31.
- [16] -: Regelanlage für Reifendruck. top agrar 18 (1989) H. 9, S. 21.
- [17] *Dänzer, D.*: Im Acker weich – auf der Straße hart. dlz 39 (1989) H. 7, S. 38-41.
- [18] -: Neuer Gülletankwagen. Agrartechnik 68 (1989) H. 7, S. 41.
- [19] -: Güllefaßwagen als Auflieger. profi 2 (1990) H. 2, S. 78.
- [20] *v. Kessel, W.-C.*: Transportorganisation bei der Zuckerrübenanlieferung. Landtechnik 44 (1989) H. 9, S. 343-345.

4. Bodenbearbeitung – Tillage

- [1] *Jori, J. J. and S. Soós*: Energy-saving ploughing with variable width ploughs. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, 1989, Vol. 3, S. 1581-1588.
- [2] *Estler, M.*: Variable Arbeitsbreite beim Pflug – Werbeargument oder sinnvoll nutzbare Technik? Landtechnik 44 (1989) H. 1, S. 28-30.
- [3] *Kuczewski J. and Z. Majewski*: Selection of work parameters of a tractor-plough combination at reduced tractor engine speed. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, 1989, Vol. 3, S. 1589-1592.
- [4] *Bourarach, E. H. and H. Eichhorn*: La date du travail primaire du sol en agriculture pluviale au Maroc. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, 1989, Vol. 3, S. 1523-1529.
- [5] *Blackstein, R.*: Lohnt die Beschichtung von Verschleißteilen? Landtechnik 44 (1989) H. 6, S. 234-236.
- [6] *Salohne V. M., D. Gee-Clough and A. I. Muffi*: Performance evaluation on an enamel coated mouldboard plough. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, 1989, Vol. 3, S. 1633-1638.
- [7] *König, G.*: Grundlagen einer Berechnungsmethodik zur rechnergestützten Ermittlung des Kraft- und Leistungsbedarfs von Bodenbearbeitungsgeräten. Agrartechnik 39 (1989) H. 10, S. 450-452.
- [8] *Blümel, K.*: Ergebnisse einer Ackerfräsenuntersuchung. Landtechnik 44 (1989) H. 3, S. 106-109.
- [9] *Weimin, D. and P. Songzhi*: Research on edge-curve angles of rotary blades. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, 1989, Vol. 3, S. 1929-1933.
- [10] *Fielke, J. M.*: The influence of chisel plough share wing geometry on tillage force. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, 1989, Vol. 3, S. 1531-1538.
- [11] *Griebel, J.*: Wirkung von Bodenbearbeitungssystemen auf landtechnische Leistungsparameter, Boden und Pflanze. Dissertation Universität Gießen 1989, (MEG-Schrift 171).
- [12] *Griebel, J.*: Einfluß von Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf Arbeitszeitbedarf, Arbeitsablauf und Kosten. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 153-155.
- [13] *Steinhauser, P.*: Probleme eines hohen Silomaisanteils in der Fruchtfolge und ökonomische Beurteilung ausgewählter Maßnahmen im Bereich des Bodenschutzes zur Minderung der negativen Auswirkungen. Statusseminar Bodenbelastung und Wasserhaushalt, BMFT 1990.
- [14] *Tebrügge, F.*: Bodenbearbeitung und Bestellung – Es geht auch ohne Pflug. dlz 40 (1989) H. 1, S. 21-29.
- [15] *Tebrügge, F.*: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen im 10jährigen Versuch auf technische Leistungsparameter, Bodenstruktur, biologische Aktivität, Pflanzenkrankheiten und Ertrag. Proceeding of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, 1989, Vol. 3, S. 1647-1652.
- [16] *Sturny, W. G., A. Maillard u. P. Vullioud*: Mulchsaat von Zuckerrüben in abgefrorene Gründungsbestände. I. Einfluß auf Bestandsdichte und Zuckerertrag. Landwirtschaft Schweiz (1989) H. 2, S. 653-660.
- [17] *Maillard, A., P. Vullioud und W. G. Sturny*: Mulchsaat von Zuckerrüben in abgefrorene Gründungsbestände. II. Schwierigkeiten dieser Bestelltechnik und Lösungsvorschläge. Landwirtschaft Schweiz (1989) H. 3, S. 5-10.
- [18] *Bräutigam, V.*: Einfluß langjähriger reduzierter Bodenbearbeitung auf die Unkrautentwicklung und -bekämpfung. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 97 (1990) Sonderheft XII, S. 219-227.
- [19] *Gruber, W.*: Befahrbarkeit von Ackerböden bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren. Landtechnik 44 (1989) H. 1, S. 22-29.
- [20] *Bräutigam, V., W. Henke und S. Lühr*: Mechanische Unkrautbekämpfung nach verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen. Landtechnik 44 (1989) H. 3, S. 109-112.
- [21] *Estler, M.*: Bodenbearbeitung- und Bestelltechnik bei veränderten Rahmenbedingungen. Landtechnik 44 (1989) Sonderheft, S. 371-375.
- [22] *Hoffmann, M.*: Stoppelbearbeitung mit dem Doppelzinkenrotor „Dyna-drive“. Landtechnik 44 (1989) H. 6, S. 232-233.
- [23] *Bosse, O. u. W.-D. Kalk*: Werkzeugkombinationen für das Grubbern beim Stoppelumbruch. agrartechnik 39 (1989) H. 10, S. 443-446.

5. Bestellung und Saat – Tillage and sowing

- [1] *Holz, W.*: Einfluß der Fahrgasse auf den Gesamtertrag in Weizen. Unveröffentlichtes Manuskript, Kiel 1984.
- [2] *Chungian, J. and Y. Feng*: An application of solid state cameras to testing the uniformity of seed feeding. Proceedings of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, Dublin 1989, Vol. 1, S. 1697 ff.
- [3] *Harrison, D. S. et al.*: Automation in Seeding Grain Crops through Pivot Irrigation. ASAE Paper No. 89-1565, St. Joseph Michigan 1989.
- [4] *Heege, H. J.*: Saattiefe und Saatmenge steuern. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 21/22, S. 1108 ff.
- [5] *Heege, H. J., B. Klüver u. W. Schneider*: Zur Bestelltechnik für Ackerbohnen. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 138 ff.
- [6] *Heyns, A. J.*: Techniques for the evaluation of precision planters. Proceedings of the 11th International Congress on Agricultural Engineering, Dublin 1989, Vol. 1, S. 1689 ff.
- [7] *Petelkau, H. and M. Dannowski*: Effect of Repeated Vehicle Traffic in Traffic Lanes. Soil and Tillage Research 11 (1990) H. 3, S. 217 ff.

- [8] Pippig, G.: Analyse, Systematik und Synthese ausgewählter Operationen und Wirkprinzipie für das Düngen, Säen, Legen und Pflanzen. Arbeiten zur Mechanisierung der Pflanzen- und Tierproduktion Nr. 38, Teil I und II, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben-Bornim, 1988.
- [9] Pippig, G.: Analyse ausgewählter Proportionierprinzipie und Arbeitselemente von Einzelkornsämaschinen. agrartechnik 38 (1988) H. 12, S. 545 ff.
- [10] Schmidt, D.: Bestell- und Saattechnik zu Zuckerrüben in Zwischenfruchtbeständen. Landtechnik 42 (1987) H. 2, S. 50 ff.
- [11] Schmidt, D.: Getreideaussaat mit verschiedenen Ablagetechniken. Landtechnik 43 (1988) H. 2, S. 94f ff.
- [12] Tessier, S. et al.: Zero-Tillage Furrow Opener Effects on Seed Environment and Wheat Emergence. ASAE Paper No. 89-1096, St. Joseph Michigan 1989.
- [13] Voßhenrich, H.-H. u. G. Wolf: Bestell- und Saattechnik für Getreide und Mais. Landtechnik 45 (1990) H. 1, S. 10 ff.

6. Pflanzenschutz und Pflanzenpflege – Plant protection technique

- [1] Ganzelmeier, H.: Neues bei Feldspritzgeräten – ein Bericht über die wichtigsten Neuerungen auf der AGRITECHNICA. Gesunde Pflanzen 42 (1990) H. 2, S. 40-45.
- [2] -: Direkteinspeisung, ein neuer Versuch. DLG-Mitteilungen (1989) H. 21/22, S. 1112-1113.
- [3] Hildebrandt, A., W. Hammer u. H. Schön: Behandlungshäufigkeit und Aufwandmengen im chemischen Pflanzenschutz des Ackerbaues der Bundesrepublik Deutschland. Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der FAL, Nr. 179, Braunschweig 1989.
- [4] Ripke, F. O.: „Gute fachliche Praxis“ – was das für die Feldspritze bedeutet. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 7, S. 346-350.
- [5] Ostarhild, H.: Pflanzenschutztechnik – anwender- und umweltfreundlicher. Landtechnik 45 (1990) H. 1, S. 15-17.
- [6] Shmulewich, J., G. Zeltzer and A. Brunfeld: Laser Scanning Method for Guidance of Field Machinery. Transactions ASAE 32 (1989) No. 2, S. 425-430.
- [7] KTBL-Arbeitsblatt Nr. 0237 (1989) – Vermeidung der Abdrift von Pflanzenschutzmitteln.
- [8] Kümmel, K.: Verbesserte Sprühgerätekontrolle mit Einstelldaten aus Lamellenprüfstandsversuchen. Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes 44 (1989) H. 6, S. 199-208.
- [9] Bäcker, G.: Applikationsqualität störungstechnisch verbesserter Gebläsebauarten unter besonderer Berücksichtigung der Drift. Applikationstechnik am Weinbau. Herausgeber: Ausschuß für Technik im Weinbau im KTBL, 1989.
- [10] Ostarhild, H.: Neue Aspekte der Applikationstechnik im Weinbau. Gesunde Pflanzen 41 (1989) H. 10, S. 367-369.
- [11] Giles, D. K. et al.: Sprayer Control by Sensing Orchard Crop Characteristics: Orchard Architecture and Spray Savings. J. of Agric. Eng. Res. 43 (1989) H. X, S. 271-289.
- [12] Schmidt, M.: Direkteinspeisung von flüssigen Pflanzenbehandlungsmitteln. VDI-Fortschrittsbericht 81, Düsseldorf 1983.

7. Düngung – Fertilization

- [1] Braun, O.: Pneumatische Mineraldüngerstreuer auf dem Prüfstand. Landtechnik 45 (1990) H. 3, S. 111.
- [2] Isensee, E.: Betriebsmittel gezielt ausbringen und verteilen – ökonomisch und ökologisch sinnvoll – Beispiele aus der Pflanzenernährung. Forum auf der AGRITECHNICA, Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbau, Bonn 1989.
- [3] -: Proefstation voor de Akkerbouw: De verdeling van mengmist in de praktijk. Landbouwmeechanisatie 39 (1988), H. 4, S. 53-55.
- [4] Bless, H. G.: Ammoniak-Emissionen nach der Ausbringung von Flüssigmist. Studie im Auftrag des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei und der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein unter Beteiligung der Lehr- und Versuchsanstalt Futterkamp, der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes in Quickborn und des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität Kiel. Kiel 1990.
- [5] Gronauer, A. u. J. Boxberger: Einfluß der Ausbringtechnik von Flüssigmist auf die Höhe der Ammoniakemission. BML-Arbeitstagung 1990, KTBL-Arbeitspapier Nr. 145, Darmstadt 1990.
- [6] Klarenbeek, J. V. and B. F. Pain: Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions from landspreading livestock wastes. IMAG research report 88/2 (1988) H. 2, S. 1-36.
- [7] Kraft, M.: Fernerkundung für die Landwirtschaft – Möglichkeiten und Probleme bei der Verwendung von Satellitendaten. BML-Arbeitstagung 1990, KTBL-Arbeitspapier Nr. 145, Darmstadt 1990.
- [8] Speckmann, H.: Vernetzte Computer zur umfassenden Prozeßführung landwirtschaftlicher Arbeiten mit Traktor-Geräte-Kombination. BML-Arbeitstagung 1990, KTBL-Arbeitspapier Nr. 145, Darmstadt 1990.

8. Bewässerung und Beregnung – Irrigation

- [1] Sourell, H., H. Schön, A. Bramm, J. Wolf u. U. Shani: Entwicklung und Einsatz eines wasser- und energie-sparenden Beregnungsverfahrens für aride und humide Klimazonen. – Berichte über Landwirtschaft 67 (1989), H. 3, S. 488-508.
- [2] Rochester, E. W., S. G. Hackwell and K. H. Yoo: Pressure vs. Flow Control in Traveller Irrigation Evaluation. – Transactions ASAE 32 (1989) H. 6, S. 2029-2034.
- [3] Stöpel, R. u. M. Albrecht: Technologische und arbeitswirtschaftliche Gesichtspunkte sowie Parameter für den Einsatz der Beregnungsmaschine FR-P. – Feldwirtschaft 29 (1988) H. 5, S. 200-204.
- [4] Albrecht, M., R. Stöpel u. G. Breitschuh: Technische Beschreibung und Erprobungsergebnisse der Linear-beregnungsmaschine FR-P. – agrartechnik 38 (1988) H. 11, S. 520-524.
- [5] Sourell, H. u. H. H. Thörmann: Gipsblöcke – ein neues Verfahren für die Beregnungssteuerung. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 24 (1990) H. 2, S. 116-128.
- [6] Seeßelberg, F.: Erfahrungsbericht über den Einsatz der Gipsblockmethode zur Abschätzung der Bodenfeuchte im Vergleich zu Tensiometern. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 24 (1990) H. 2, S. 129-132.
- [7] Phene, C. J.: Techniques for Computerized Irrigation Management. – Computers and Electronics in Agriculture (1989) H. 3, S. 189-208.

9. Halmfutterernte – Hay harvesting

- 9.1 Halmfuttermähen und Halmfutterwerben – Mowing and treating of hay
- [1] -: Firmenprospekt Fa. Schumacher.
- [2] -: AGRITECHNICA '89. Landtechnik 44 (1989) H. 10, S. 480-488.
- [3] Straelen, B. C. M. van: Vangkleiden voor cirkelmaaiers. Landbouwmecanisatie 40 (1989) H. 4, S. 16-18.
- [4] Oheimb, R. von: Mähen stillgelegter Flächen. Landtechnik 44 (1989) H. 7/8, S. 260-262.
- [5] Versch. Autoren: Technik der Pflege stillgelegter Flächen. KTBL-Papier 141, Münster 1989.
- [6] -: Scherenschnitt mit Rotormähwerk – aus der Industrie. Landtechnik 44 (1989) H. 12, S. 545
- [7] Claus, H. G.: Halmfuttererntemaschinen in Frankfurt. Landtechnik 45 (1990) H. 1, S. 20-22.
- [8] Ahmels, P. u. E. Isensee: Vergleich von Mähaufbereitern. Landtechnik 44 (1989) H. 3, S. 130-132.
- [9] Loo, L. van: Kans voor matting-system. Landbouwmecanisatie 41 (1990) H. 1, S. 20-21.
- [10] Schurig, M.: Neuere Möglichkeiten der Mähgutaufbereitung. Landtechnik 44 (1989) Sonderheft, S. 381-382.
- [11] Walther, K., S. Öztekin u. H. Wandel: Halmfutterernte auf einen Tag verkürzt. Landtechnik 44 (1989) H. 3, S. 128-129.
- [12] Manor, G., D. G. Batchelder and G. McLaughlin: Baling alfalfa on paper to reduce leaf losses. ASAE 81-1036.
- [13] Manor, G. et al.: Reducing hay losses dried on paper Interim. Rep. No. 2 Technion (Hebrew).
- [14] Manor, G. and J. Katz: Hay harvesting on paper to reduce leaf losses. ASAE Apl. Eng. in Agric. 5 (1989) H. 2, S. 158-162.
- [15] McGechan, M. B.: A review of losses arising during conservation of grass forage. Part 1: Field losses. J. of Agric. Engng. Res. 44 (1989) H. 1, S. 1-21.
- [16] Nelson, W. S. and K. Shinnars: Performance of rake mechanisms for creating residue-free seed beds. Transactions ASAE 32 (1989) H. 4, S. 1131-1137.
- [17] -: Inverter shortens hay drying circle. The Agric. Eng. 70 (1989) H. 25.
- [18] ● Brigden, R.: Harvesting machinery Shine Album 234. Haverfordwest 1989.
- [19] -: Firmenanzeige Claas: Großballen in neuem Format, 1990.
- [20] -: The design and construction of an in-field straw wafering machine. BSRAE Research Review (1989).
- 9.2 Halmgutbergung – Straw and silage collection
- [1] Thaysen, J.: Auf den Betrieb abstimmen – Ernteverfahren für Grassilage. Agrarpraxis 105 (1989) H. 4, S. 56-58.
- [2] Dammer, S., J. Papesch u. N. Uebe: Einfluß der Transportentfernung auf die Auswahl der Strohbergeverfahren. agrartechnik 39 (1989) H. 7, S. 315-317.
- [3] -: Neuheitenliste '89: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Frankfurt 1989.
- [4] ● Traulsen, H. u. H. von Keiser: Landtechnik – Kritischer Führer zur Agritechnica '89. RKL, Kiel 1989.
- [5] -: Blickpunkt „Agritechnica '89“. LU journal 5 (1989) H. 11/12, S. 433-448.
- [6] Crucq, J.: Claas Loonwerkersdag. Landbouwmecanisatie 40 (1989) H. 12, S. 56-57.
- [7] Bertram, H.: Entwicklungstrends bei der Halmfutterernte. LU journal 5 (1989) H. 11/12, S. 424-427.
- [8] Ratschow, J.-P.: Wird die Wickelballen-Euphorie gedämpft? Hann. Land- u. Forstwirtsch. Zeitung 142 (1989) H. 4, S. 12.
- [9] -: Test: Die Häckselqualität war oft nur mittelmäßig. top agrar 18 (1989) H. 9, S. 78-79.
- [10] Abadia, A.: Alimentation et coupe des ensileuses. Tracteurs Machines Agricoles 3 (1989) H. 5, S. 36-40.
- [11] Uppenkamp, N.: In trockenem Mais nur mit Corn-Cracker. top agrar 18 (1989) H. 9, S. 62-64.
- [12] Bockisch, F.-J. u. C. Aumüller: Anforderungen an die Häckselqualität. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 135-137.
- [13] Komoll, R.: Feldhäckslerneuheiten. Agrartechnik 69 (1990) H. 3, S. 26-29.
- [14] Heinemann, H.: Maiseernte – Großmaschinen setzen sich durch. Agrartechnik 68 (1989) H. 5, S. 24-30.

- [15] Rademacher, T.: Praxistest Mengele SF 7000 – Koloß mit vielen Extras. profi 2 (1990) H. 1, S. 30-33.
- [16] ● Röhrs, W.: Untersuchungen zum Schneid- und Fördervorgang in Trommelfeldhäckslern. Fortschritt-Bericht (VDI-Reihe 14) Nr. 37, Düsseldorf 1988.
- [17] Mauroschat, F.: Experimentelle Ähnlichkeitsuntersuchungen an Häckselaggregaten mit Schneidwurftrammel. Dissertation, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock 1988.
- [18] -.-: SKA – 06 becs mais 6 rangs. Firmenschrift Komplex, Budapest 1990.
- [19] Scheffer, K.: Konkurrenzfähige Energie vom Acker? DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 13, S. 586-588.
- [20] -.-: A sense of direction. Power Farming 69 (1989) H. 12, S. 9.
- [21] Marshall, I.: Krone goes foraging. Power Farming 69 (1989) H. 10, S. 9.
- [22] Komoll, R.: Tendenzen in der Ladewagenentwicklung (Teil 1). Agrartechnik 69 (1990) H. 3, S. 10-14.
- [23] -.-: Laufruhiges Fördersystem. profi 1 (1989) H. 1, S. 75.
- [24] -.-: Pöttinger – Der Spezialist für Grünfutter und Heu erweitert kontinuierlich sein Programm. Eilbote 37 (1989) H. 47/48, S. 13.
- [25] ● Heß, M.: Die Entwicklung von Strohpressen. Informationsschrift Claas Nr. 190.650.0, Juni 1989.
- [26] John, G. u. G. Baumhinkel: Systematik und Tendenzen der Preß- und Bindetechnik für die Halmguternte. agrartechnik 39 (1989) H. 1, S. 17-20.
- [27] -.-: Welger opraappers met centraal geplatste opraper. Landbouwmecanisaatie 41 (1990) H. 1, S. 99.
- [28] -.-: Zeit gespart – Neues bei Rundballenpressen. Agrarpraxis 105 (1989) H. 5, S. 49-51.
- [29] -.-: Rundballen mit Höchstdruck gepreßt. profi 1 (1989) H. 1, S. 75.
- [30] -.-: Welger – RP 165. Selectie van Nieuwigheden S.I.A. – I.W.L. Herausgeber UGEXPO, Brüssel 1990.
- [31] -.-: Welger – Höchstdruck-Rollpresse RP 165 mit neuartigem Verdichtungssystem „Constant-Plus“. Eilbote 37 (1989) H. 47/48, S. 24.
- [32] Marshall, I. and S. Howe: Silage baling update. Power Farming 69 (1989) H. 4, S. 38-40.
- [33] Shaw, C.: It's all in the bag. Power Farming 69 (1989) H. 11, S. 19.
- [34] Abadia, A.: Liage des balles rondes. Tracteurs Machines Agricoles 3 (1989) H. 1, S. 19-23.
- [35] Montalescot, J.-B.: Dernières Nouveautés pour le pressage et la manutention des fourrages. Infos Techno 61. SIMA 1990, Schriftstück No. 18 v. 8. 12. 1989.
- [36] -.-: Roundbalers 630 848 853 855. Prospekt der Fa. Ford New Holland Nr. 31063040.48930 1989.
- [37] -.-: Express Non Stop. Hann. Land- und Forstwirtschaft 142 (1989) H. 29, S. 93.
- [38] -.-: Taking the short cut. Power Farming 70 (1990) H. 2, S. 10.
- [39] Cousins, D.: Unit makes and wraps bales in one operation. Farmers Weekly 111 (1989) H. 25, S. 23.
- [40] Tophoven, A.: Ladewagen für Rundballenpresse. top agrar 18 (1989) H. 9, S. 88.
- [41] Lafon, P.: Agromek, le salon danois. Tracteurs Machine Agricoles 3 (1989) H. 4, S. 14-16.
- [42] -.-: Nogmaals de Agropack opraappers. Landbouwmecanisaatie 40 (1989) H. 7, S. 33.
- [43] Howard, P.: Baler is a Swinger. Power Farming 69 (1989) H. 5, S. 34.
- [44] Howard, P.: Swinging into action. Power Farming 69 (1989) H. 9, S. 33.
- [45] ● Wolf-Regett, P.: Verdichtung und Expansion von Halmgut in Normaldruck-Ballenpressen. VDI Fortschritt-Bericht (Reihe 14) Nr. 41, Düsseldorf 1989.
- [46] Schindler, G. u. C. Steglich: Untersuchungen zur Entwicklung einer Quadergroßballenpresse. Dissertation, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock 1989.
- [47] Bernhardt, H. u. L. Scherbarth: Großballen bei der Strohbergung und ihre Perspektiven in der DDR. Feldwirtschaft 29 (1989) H. 6, S. 263-266.
- [48] Howard, P.: A D1000 Bigbaler. Power Farming 69 (1989) H. 3, S. 16-21.
- [49] Loo, L. van: Kans voor Matting-Systeem. Landbouwmecanisaatie 41 (1990) H. 1, S. 20-21.
- [50] Marshall, I.: Now Claas weigh in. Power Farming 69 (1989) H. 10, S. 35.
- [51] -.-: Die wirtschaftliche Alternative: SB 8580 Hydropack. Prospekt Mengele o. Nr., 1990.
- [52] -.-: Großballenpresse. Prospekt DEUTZ-FAHR 9142201, 1989.
- [53] -.-: D 4000. Prospekt Welger Nr. FW 259-1189/4/6 pi, 1989.
- [54] -.-: Große Leistung, hohe Wirtschaftlichkeit. Lohnunternehmen 44 (1989) H. 12, S. 567.
- [55] Plesse, A.: Technik der Großballenpressen. Strohbergung – Arbeitsverfahren mit Großballen. Informationsschrift Landwirtschaftskammer Hannover vom 16. 8. 1989, S. 1.
- [56] Wienefeld, H.: Grassilierung von Großballen. Strohbergung – Arbeitsverfahren mit Großballen. Informationsschrift Landwirtschaftskammer Hannover vom 16. 8. 1989, S. 2.
- [57] -.-: Kompakt-Strohballen. Agrartechnik 68 (1989) H. 5, S. 23.
- [58] Mink, H. u. G. Vreemann: Snij-inrichting op opraappers. Boederij 75 (1989) H. 4, S. 43.
- [59] Tietz, N. and C. Peterssen (jun.): Dairy Farmers Warm Up to Big Rectangular Bales. Hay & Forage Grower 4 (1989) H. 5, S. 18-23.
- [60] Glick, I.: Pack 'em Tight, Ship 'em Out. Hay & Forage Grower 4 (1989) H. 5, S. 6-8.

9.3 Halmfutterkonservierung und Heutrocknung – Conservation and drying of hay

- [1] BML: Daten-Analysen Futterwirtschaft 1989. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- [2] Pahlow, G.: Wie lassen sich Silagen verbessern? Lohnunternehmer 44 (1989) H. 5, S. 271-272.
- [3] Bosma, A. H.: Anwelksilage mit Qualität herstellen. Lohnunternehmer 44 (1989) H. 5, S. 268-270.
- [4] Bruin, W. J.: Invloed van droogstofgehalte voor droogkuilopname en melkproductie. Landbouwmecanisaatie 40 (1989) H. 4, S. 23-24.
- [5] Loo, L. van: Kans voor matting-system. Landbouwmecanisaatie 41 (1990) H. 1, S. 20-21.

- [6] Schurig, M.: Neuere Möglichkeiten der Mähgutaufbereitung. Landtechnik 44 (1989) Sonderheft, S. 381-382.
- [7] Walther, K., S. Öztekin u. H. Wandel: Halmfütterernte auf einen Tag verkürzt. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 128-129.
- [8] Ahmels, P. u. E. Isensee: Vergleich von Mähauflaufbereitern. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 130-132.
- [9] Meredith, R. H.: Improving the field drying rate of lucerne with particular reference to the application of potassium carbonate. Ph. Thesis, Wye College, Univ. of London, Ashford Kent 1987.
- [10] Meredith, R. H. and I. B. Warboys: Improvement of the field drying rate of lucerne (medicago sativa L.) using potassium carbonate and mechanical conditioning. J. Agric. Engng Res. 44 (1989) H. 4, S. 311-316.
- [11] Bosma, A. H.: Anforderungen an die Maschinenleistung bei modernen Anwelkverfahren. Grundlagen der Landtechnik 39 (1989) H. 1, S. 1-3.
- [12] Krebbers, H. en L. van Loo: Stem werkbredtes van maai-kneuzers en cirkelschudders op elkaar af. Landbouwmechanisatie 40 (1989) H. 4, S. 8-9.
- [13] Bockisch, F.-J. u. Chr. Aumüller: Anforderungen an die Häckselqualität. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 135-137.
- [14] -: Silieren ohne Absturz. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 137.
- [15] Werf, H. M. G. van der u. van Wijk: Teeltvervroeging bij snijmais, corn-cob-mix en suikermis. Landbouwmechanisatie 40 (1989) H. 4, S. 28-29.
- [16] Krebbers, H.: Herinzaai grasland en weiland bloten. Landbouwmechanisatie 40 (1989) H. 10, S. 46-52.
- [17] -: Orientierend onderzoek naar vorstschade in grasland. Landbouwmechanisatie 40 (1989) H. 4, S. 18.
- [18] Klöcker, W.: Intensive Düngung ade? DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 6, S. 276-277.
- [19] Pabst, K.: Die Silagequalität macht's. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 6, S. 278-279.
- [20] Vonholdt, K.: Damit der Saft nicht versickert. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 6, S. 284-287.
- [21] Weingartmann, H.: Heubelüftung mit solarer Luftanwärmung. Landtechnik 44 (1989) H. 4, S. 133-135.

10. Körnerfruchternte – Grain harvesting

10.1 Mähdrescher – Combines

- [1] Kutzbach, H. D. u. P. Wacker: Getreideernte noch schneller und komfortabler, Mähdrescher auf der Agritechnica 1989. Landtechnik 45 (1990) H. 9, S. 22, 27-29.
- [2] Marshall, I.: Switching combines to cut costs and maintain output. Power Farming 63 (1989) H. 10, S. 26-32.
- [3] ● Dodd, K. H. u. P. M. Grace: Proceedings of the Eleventh International Congress on Agricultural Engineering (CIGR), Dublin, Vol. 1-4. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 1989.
- [4] ● Hellebrand, I. and D. Sager: Proceedings of the 4th International Conference on Physical Properties of Agricultural Materials and their Influence on Technological Processes (ICPPAM), Rostock, Academy of Agricultural Sciences GDR, Berlin 1989.
- [5] ● -: Autorenreferate 4. Internationale wissenschaftliche Arbeitstagung „Mechanisierung der Prozesse der Getreideproduktion“, Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg, WB Mechanisierung und Technologie, Halle 1989.
- [6] Statistische Jahrbücher über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Landwirtschaftsverlag: Münster-Hiltrup.
- [7] Voß, L. u. S. Schmidt: Verfahrenslösungen und Mechanisierungsvarianten für die Getreideernte. agrartechnik 39 (1989) H. 8, S. 368-369.
- [8] Herrmann, K.: Anforderungen an die Verfahren der Getreideproduktion und deren Mechanisierung. agrartechnik 40 (1990) H. 3, S. 100-102.
- [9] Wacker, P.: Bekämpfung von Unkräutern bei der Getreideernte. Landtechnik 44 (1989) H. 6, S. 218-219.
- [10] DIN 11389, Mähdrescher; Begriffe, Kenngrößen, Leistung. Beuth Verlag GmbH, Berlin 1988.
- [11] DIN 11390, Entwurf, Prüfverfahren für Mähdrescher. Beuth Verlag GmbH, Berlin 1989.
- [12] Kutzbach, H. D.: Einfluß der Stoffeigenschaften auf die Leistungsfähigkeit landwirtschaftlicher Maschinen. Agricultural Engineering, Vol. 3. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 1989.
- [13] Beck, T.: Performance changes of the cleaning unit of a combine harvester during field tests. Agricultural Engineering, Vol. 3. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 1989.
- [14] Finassi, A.: Utilisation of physical properties for design of combine harvesters, grain driers and post harvest processing plant. 4th ICPPAM, Rostock 1989, S. 1-9.
- [15] Beck, T.: Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Trennelemente im Mähdrescher mit Hilfe gemessener Stoffeigenschaften. agrartechnik 40 (1990) H. 3, S. 106-108.
- [16] Listner, G., u. I. Sebök-Papp: Bedeutung der Getreide-Stoffkennwerte für die Automatisierung des Mähdruschprozesses. agrartechnik 40 (1990) H. 3, S. 104-106.
- [17] Wacker, P.: Arbeitsqualität von Axial- und Tangentialdreschwerken. Agricultural Engineering, Vol. 3, Agricultural mechanization, A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 1989.
- [18] Wieneke, F.: Das Arbeitskennfeld des Schlagleisten-dreschers. Grundlagen der Landtechnik 14 (1964) H. 21, S. 33-34.
- [19] Wacker, P.: Einflußgrößen auf die Arbeitsqualität von Axial- und Tangentialdreschwerken. agrartechnik 50 (1990) H. 3, S. 102-104.
- [20] Gasparetto, E., P. Febo, D. Pessina and E. Rizzato: High speed movie observation of an axial flow combine harvester cylinder. Agricultural Engineering, Vol. 3. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 1989.
- [21] Roh, J.: Dreschmechanismus mit aufbereitetem Dreschkorb. Zemed. Techn. 35 (1989) H. 1, S. 3-12.
- [22] Regge, H. u. V. V. Minaev: Untersuchungen zur Leistungsoptimierung profilierter Untersiebe in der Getreidereinigung. agrartechnik 39 (1989) H. 5, S. 231-233.
- [23] Gunasekaran, S., T. M. Cooper and A. G. Berlage: Soybean seed coat and cotyledon crack detection by image processing. J. Agric. Engng. Res. 41 (1988) H. 2, S. 139-148.
- [24] Aumüller, Ch.: Bildanalyse bei Getreidekornuntersuchungen. Landtechnik 44 (1989) H. 6, S. 219-220.

- [25] *Paulsen, M. R., W., D. Wigger, J. B. Litchfield and J. B. Sinclair*: Computer image analyses for detection of maize and soybean kernel quality factors. *J. Agric. Engng. Res.* 43 (1989) H. 2, S. 93-101.
- [26] *Berlage, A. G., T. M. Cooper and J. F. Aristazabal*: Machine vision identification of diploid and tetraploid ryegrass seed. *Transactions ASAE* 31 (1988) H. 1, S. 24-27.
- [27] *Bjork, A.*: Computer modelling of grain separation and grain separation losses for a rotary combine. *ASAE-Paper No. PNR 88-102*.
- [28] *Mailander, M. and G. Krutz*: Development of a dynamic model of a combine harvester in corn. *ASAE-Paper No. 84-1588*.
- [29] *Miles, G. E. and Y. J. Tsai*: Combine systems engineering by simulation. *Transactions ASAE* 30 (1987) H. 5, S. 1277/1281.
- [30] *Liu, C. and J. Leonard*: Microprocessor based real time grain loss prediction and monitoring. *Vortrag Peking, 1989*.
- [31] *Mahoney, W. T. and A. K. Srivastava*: Property based combine simulation model. *ASAE-Paper No. 86-1578*.
- [32] *Newton, K. A., H. W. Downs and D. Weeks*: Validation of an expert system for combine shoe control. *ASAE-Paper No. 87-3536*.
- [33] ● *Auernhammer, H.*: *Elektronik in Traktoren und Maschinen*. BLV Verlagsgesellschaft, München 1989.
- [34] *Böttinger, S.*: Neue Informations- und Regelsysteme am Mähdrösch. *Landtechnik* 44 (1989) H. 6, S. 212-214.
- [35] *Böttinger, S.*: Durchsatz- und Verlustfassung für eine Regelung der Mähdrösch-Reinigungsanlage. *agrar-technik* 40 (1990) H. 3, S. 109-110.
- [36] *Wagner, L. E. and M. D. Schrock*: Yield determination using a pivoted auger flow sensor. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 2, S. 409-413.
- [37] *Binz, H.*: Kontinuierliches Messen und Dossieren von Schüttgutströmen mit dem Coriolis-Prinzip. *Chemie, Ing. techn.* 60 (1988) H. 11, S. 894-896.
- [38] *Spiess, E.*: Ernteverluste beim Raps senken. *dlz* 40 (1989) H. 6, S. 16-21.
- [39] *Douglas, C. L., P. E. Rasmussen and R. R. Allmaras*: Cutting height, yield, level and equipment modification effects on residue distribution by combines. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 4, S. 1258-1262.
- [40] *Price, J. S.*: Future developments in stripper harvesting. *Agricultural Engineering*, Vol. 3. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 1989, S. 2023-2029.
- [41] *Valco, T. D., C. G. Coble and J. H. Ruff*: Water jet cutting of sugarcane. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 2, S. 373-378.
- [42] *Mollah, M. M. R. and C. D. Watt*: A novel grain crops harvester for Bangladesh. *Agricultural Engineering*, Vol. 3. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield 1989, S. 2007-2013.
- [43] *Peterson, R. T., I. Romero and D. B. Tinker*: A small scale, non-destructive tropical grass seed harvester. *AMA* 19 (1988) H. 2, S. 47-51.
- [44] *Dash, S. K.*: Development of a power-operated paddy thresher. *AMA* 20 (1989) H. 3, S. 37-40.

10.2 Körnertrocknung – Grain drying

- [1] *Mühlbauer, W.*: Entwicklungstendenzen bei der Trocknung. Kühlkonservierung und Lagerung von Körnerfrüchten. *Landtechnik* 45 (1990) H. 1, S. 29-31.
- [2] *Eimer, M.*: Konservierung und Lagerung von Getreide mit gesicherter Qualität. *Proceedings of the 11th Intern. Congress on Agric. Engineering*, Dublin (1989) Bd. 4, S. 2267-2273.
- [3] *Jayas, D. S. and S. Sokhansanj*: Thin layer drying of barley at low temperatures. *Can. Journ. Agric. Eng.* 31 (1989) H. 1, S. 21-23.
- [4] *Jia, J., C. N. Hinkle and G. H. Foster*: Microprocessor controls for a heat-storing low-temperature corn drying system. *Proceedings of the 11th Intern. Congress on Agric. Engineering*, Dublin (1989) Bd. 4, S. 2231-2237.
- [5] *Biondi, P., M. Bicarini and G. Farina*: Low temperature corn drying, simulation for the Po Valley. *Proceedings of the 11th Intern. Congress on Agric. Engineering*, Dublin (1989) Bd. 4, S. 2223-2229.
- [6] *Sanderson, D. B. et al.*: Evaluation of a model of drying and deterioration of stored wheat at near-ambient conditions. *J. agric. Engng Res.* 42 (1989) H. 5, S. 219-233.
- [7] *Kim, K. S. et al.*: An ambient-air in-storage paddy drying system for Korean farms. *Agric. Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989) H. 1, S. 23-29.
- [8] *Biondi, P. et al.*: Simulation of low temperature corn drying in tropical environment. *Proceedings of the 11th Intern. Congress on Agric. Engineering*, Dublin (1989) Bd. 4, S. 2217-2221.
- [9] *Ryan, D. and B. McKenna*: Development and testing of a recirculating batch grain dryer. *Proceedings of the 11th Intern. Congress on Agric. Engineering*, Dublin (1989) Bd. 4, S. 2249-2256.
- [10] *Bakker-Arkema, F. W. and G. R. Moreira*: Automatic control of crossflow grain dryers. *Proceedings of the 11th Intern. Congress on Agric. Engineering*, Dublin (1989) Bd. 4, S. 2217-2221.

11. Hackfruchternte – Root crop harvesting

11.1 Kartoffelernte – Potato harvesting

- [1] ● *Wulf, J.*: Stand und Entwicklungstendenzen von Verfahren und Mechanisierungsmitteln für die Kartoffelernte. *AdL Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim* 3 (1986), 15.
- [2] ● *Peters, R.*: *Technik im Kartoffelbau*. KTBL-Schrift 276, Darmstadt 1982.
- [3] *Specht, A.*: Ernte. In: *Technik im Kartoffelbau II*. RKL-Schrift, Kiel (1985), S. 555-567.
- [4] *DLG-Prüfberichte über Kartoffelerntemaschinen*. Frankfurt lde. Ausgaben.
- [5] *Specht, A.*: Stand und Entwicklung der Kartoffelernte. *Landtechnik* 34 (1979) H. 10, S. 455-458.
- [6] *Specht, A.*: Kartoffelsammelroder. Anforderungen, Baugruppen und Arbeitsweise. *KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik Lfd.-Nr. 0222*, Darmstadt 1986.
- [7] *Specht, A.*: Kartoffelsammelroder im Vergleich. *Landtechnik* 36 (1981) H. 9, S. 390-392.

- [8] *Specht, A.*: Entwicklung und Aussichten des geteilten Kartoffelernteverfahrens. *Der Kartoffelbau* 34 (1983) H. 7, S. 230-234.
- [9] *Specht, A.*: Erst schwaden – dann laden. Zum Entwicklungsstand des geteilten Ernteverfahrens bei Kartoffeln. *Landtechnik* 42 (1987) H. 9, S. 354-357.
- [10] *Specht, A.*: Neues beim geteilten Ernteverfahren. *Der Kartoffelbau* 39 (1988) H. 6, S. 204-209.
- [11] *Specht, A.*: Beschädigungen an der Kartoffel vermeiden. *AID-Schrift* 1078, Bonn 1987.
- [12] *Bouman, A.*: Groenrooien en onderdekken van aardappelen. *Landbouwmecanisaatie* 41 (1990) H. 2, S. 24-26.
- [1] *Specht, A.*: Zuckerrüben- und Zuckerrübenanbau. *Landtechnik* 42 (1987) H. 9, S. 354-357.
- [2] *Specht, A.*: Zuckerrübenanbau. *Landtechnik* 42 (1987) H. 9, S. 354-357.
- [3] *Oehme, J.*: Der Zuckerrübenanbau in der DDR. *Die Zuckerrübe* 39 (1990) H. 2, S. 60-62.
- [4] *Patschke-Ballerstaedt, D.*: Erntetechnik für Hackfrüchte. *Der Hessenbauer* 197 (1988) H. 46, S. 15-18.
- [5] *Hansen, E.*: In Seligenstadt wurden Rüben geerntet – ideal für Vergleiche. *Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung* 141 (1988) H. 44, S. 24-28.
- [6] *Isensee, E. u. V. Schick*: Transportfahrzeuge und Bodendruck. *Landtechnik* 44 (1989) H. 10, S. 434-437.
- [7] *Kromer, K. H. u. J. Strätz*: Neue Anbausysteme für Zuckerrüben-Beetanbau erfolgreich erprobt! *Zuckerrübe* 38 (1989) H. 3, S. 153-157.

11.2 Zuckerrübenernte – Sugar beet harvesting

- [1] *Specht, A.*: Zuckerrüben- und Zuckerrübenanbau. *Landtechnik* 42 (1987) H. 9, S. 354-357.

12. Technik für Sonderkulturen – Engineering in intensive cropping

- [1] *Posegger, K.*: Neue Gemüsepflanzmaschine macht Schlagzeilen. *Gemüse* 25 (1989) H. 12, S. 512-513.
- [2] *Müller, H.*: Prospektunterlagen der Fa. H. Müller, Eltville (1980).
- [3] *v. Zabeltitz, Chr.*: Entwicklung einer Erntemaschine für Kulturpreisbeeren. *Erwerbsobstbau* 31 (1989) H. 6, S. 165-168.
- [4] *v. Arnim, J.*: Die Pflanzlochdüngung – so kostengünstig wie umweltschonend. *Deutsche Baumschule* 41 (1989) H. 5, S. 216-217.
- [5] *Labowsky, H.-J.*: Neue Dämpftechniken. *Deutscher Gartenbau* 43 (1989) H. 47, S. 2816-2819.
- [6] *Labowsky, H. J.*: Oberflächiges Dämpfen mit Dämpfhauben. *Gemüse* 26 (1990) H. 1, S. 12-14.
- [7] *Belker, N.*: Bodenentseuchung durch Dämpfen. *Fachinformation der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe* (1989).
- [8] *Härig, R.*: Bei Verkrautung von Stellflächen. *Der integrierte Pflanzenschutz bietet durchaus Perspektiven. Gärtnerbörse-Gartenwelt* 90 (1990) H. 7, S. 344-347.
- [9] *Witt, H. H.*: Grundwasserschutz und Freilandzierpflanzenbau. *Gärtnerbörse-Gartenwelt* 90 (1990) H. 7, S. 348-354.
- [10] *Specht, A.*: Noch größere Dachscheiben für mehr Licht und Lüftungsnetze gegen Schädlinge. *Taspo* 124 (1989) H. 6, S. 3.
- [11] *Waaijenbergh, D.*: Ervaringen met foliekas met optimale luchting gunstig. *De Boomkwekerij* (1989) H. 40.
- [12] *Meyer, I. u. Chr. Rosocha*: Kriterien bei der Auswahl von Materialien zur Bedachung von Überwinterungsräumen. *Baumschulpraxis* 14 (1989) H. 1, S. 44-45.
- [13] *Rosocha, Chr. u. G. Weidmann*: Folien im Aufwind? Klimaverhältnisse in Foliengewächshäusern. *Gärtnerbörse-Gartenwelt* 89 (1989) H. 28, S. 1364-1368.
- [14] *Rosocha, Chr.*: Wie nutzen Baumschulen vorhandene Folienblocks in ihrem Betrieb? *Taspo* 124 (1989) H. 50, S. 9.
- [15] *v. Zabeltitz, Chr. u. Chr. Rosocha*: Wassergefüllte Folienschläuche für die passive Solarenergienutzung. *Deutscher Gartenbau* 49 (1988) H. 37, S. 2254-2267.
- [16] *Alt, D. u. a.*: Aeroponik: Gute Kulturerfolge. *Gärtnerbörse-Gartenwelt* 89 (1989) H. 20, S. 958-961.
- [17] *Frenz, F.-W.*: Steuern von Bewässerung und Düngung. *Deutscher Gartenbau* 43 (1989) H. 40, S. 2404-2407.
- [18] *Heinrichs, G.*: Geschlossene Systeme in der Diskussion. *Deutscher Gartenbau* 43 (1989) H. 43, S. 2578-2580.
- [19] *Hormes, E.*: Auf geschlossene Kulturverfahren umstellen. *Deutscher Gartenbau* 43 (1989) H. 22, S. 1390-1392.
- [20] *Mackroth, K.*: Pumpen und Becken nicht zu groß. *Deutscher Gartenbau* 43 (1989) H. 33, S. 2006-2007.
- [21] *Molitor, H.-D. u. a.*: Perspektiven für die Zukunft – Substratfreie Kulturverfahren. *Gärtnerbörse-Gartenwelt* 89 (1989) H. 20, S. 954-957.
- [22] *Oschek, W.*: Automatisierte Topfpflanzenbewässerung – ein kontroverses Thema. *Zierpflanzenbau* 24 (1989) H. 19, S. 511-517.
- [23] *Groos, M.*: Wächst Deutschlands Gemüse bald auf NFT? *Gemüse* 25 (1989) H. 6, S. 294-297.
- [24] *Ludolph, D. u. L. Hendriks*: Super, Plus oder sogar DeLuxe. *Gärtnerbörse-Gartenwelt* 89 (1989) H. 29, S. 1406-1407.
- [25] *Specht, A.*: Philips Licht. Die einleuchtende Lösung zum wachsenden Erfolg. *Pflanzenanzucht-Leuchte SRG 140 Kombi und SONT AGRO 400 W. Philips Produkt u. Anwendungsinformation* (1989).
- [26] *Baily, B. J. and I. Seginer*: Optimal control of greenhouse heating. *Acta Hort.* (1989) Nr. 245, S. 512-518.
- [27] *Jones, J. W., E. Dayan, H. van Keulen and H. Challa*: Modelling tomato growth for optimizing greenhouse temperature and carbene dioxide. *Acta Hort.* (1989) Nr. 248, S. 285-294.
- [28] *Tantau, H.-J.*: On-line climate control. *Acta Hort.* (1989) Nr. 248, S. 217-223.
- [29] *Nederhoff, E. M., H. Gijzen, J. G. Vegter and AA. Rijdsdijk*: Dynamic model for greenhouse crop photosynthesis: Validation by measurements and application for CO₂ optimization. *Acta Hort.* (1989) Nr. 260, S. 137-149.
- [30] *Rabbinge, R., S. A. Ward and H. H. van Laar*: Simulation and systems management in crop protection. *Pudoc Wageningen* 1989.
- [31] *Takakura, T.*: Climate under cover. *Digital dynamic simulation in agricultural sciences. Dept. of Agricultural Engineering, University of Tokyo* 1989.
- [32] *Jolliet, O., J.-B. Gay and G. L. Munday*: A 2nd generation static model for predicting greenhouses energy inputs, as an aid for production planning. *Acta Hort.* (1989) Nr. 248, S. 121-128.

13. Landwirtschaftliches Bauen – Farmbuilding

- [1] BMELF: Vermögen der Landwirte. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 8, S. 389.
- [2] Piotrowski, J.: Gebäude überaltert. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 1, S. 5.
- [3] ● Hesse, D. u. G. Groh: Untersuchung zu Arbeitsunfällen mit Tieren und Ableitung von geeigneten Unfallverhütungsmaßnahmen durch verbesserte Haltungssysteme und technische Einrichtungen. ILB-Institutsbericht Nr. 64, Braunschweig 1989.
- [4] Gallus, G.: Landwirtschaftliche Gebäude umwidmen. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 18, S. 936.
- [5] Herms, A.: Künftige Anforderungen an landwirtschaftliche Hofstellen – Möglichkeiten der Anpassung. Landtechnik 44 (1989) H. 6, S. 242-244.
- [6] Fritzsche, S.: Bauen auf dem Land. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 24, S. 1234-1235.
- [7] Piotrowski, J.: Landtechnik im Streiflicht. Landtechnik 44 (1989) H. 12, S. 501.
- [8] Piotrowski, J. u. J. Gartung: Altgebäudenutzung, Kosten sparen. dlz 40 (1989) H. 1, S. 72-75.
- [9] Achilles, S. und J. Piotrowski: Alte Gebäude weiter nutzen, Kosten sparen. agrarpraxis 40 (1989) H. 1, S. 25-27.
- [10] -: Stall und Scheune umbauen und vermieten? DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 23, S. 1192-1193.
- [11] Borchert, K.-L.: Dacheindeckungen für nicht-wärmege-dämmte Stallgebäude unter dem Aspekt des Bauen- und Landschaftsschutzes. Landbauforschung Völknerode 39 (1989) H. 3, S. 163-172.
- [12] Westhoff, H.: Wenn der Blitz einschlägt. Agrar-Übersicht 40 (1989) H. 10, S. 54.
- [13] Heier, S.: Maßnahmen zur elektrischen Sicherheit bei Umbauvorhaben in landwirtschaftlichen Betriebsstätten. Vortrag vor der Direktion Gesundheit und Sicherheit der EG-Kommission am 22. 1. 1990 in Luxemburg.
- [14] Fricke, W. u. D. Hagemann: Mehr Zusammenarbeit bei Güllelagerung. dlz 40 (1989) H. 12, S. 62-66.
- [15] Schunk, R. u. C. Gras: Sechs Landwirte unter einem Hut. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 19, S. 984-985.
- [16] ● Fricke, W. u. D. Hagemann: Modellprojekt einer gemeinsamen Güllezwischenlagerung im Erdbecken. ILB-Institutsbericht Nr. 60, Braunschweig 1989.
- [17] Van den Weghe, H.: Moderne Technik macht es möglich. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 19, S. 986-987.
- [18] ● Krentler, J.-G. u. G. Meier: Abschlußberichte über bauliche BML-Modellvorhaben. ILB-Institutsbericht Nr. 61, Braunschweig 1989.
- [19] Ordoff, D.: Im Melkstand ist die Arbeit leichter. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 2, S. 74-76.
- [20] Benninger, D.: Planung von Melkständen, die Kosten drücken. Agrar-Übersicht 40 (1989) H. 4, S. 70-72.
- [21] Haake, W.: Haltungs- und Fütterungstechnik in der Schweinemast. Landtechnik 44 (1989) H. 7, S. 267-268.
- [22] Damm, T.: Planung und Bau von Mastschweineeställen. Bauen für die Landwirtschaft 26 (1989) H. 3, S. 6-11.
- [23] ● Gartung, J. u. J.-G. Krentler: Mastschweineeställe – Investitionsbedarf nach der Kostenblockmethode. Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 77 (1987) zweite Auflage 1989.
- [24] Lorenz, J. u. F. Berkner: Zukunftsweisende Haltungssysteme für die Ferkelproduktion. Bauen für die Landwirtschaft 26 (1989) H. 1, S. 6-11.
- [25] Cielijewski, H. u. W. Zähres: Haltungsverfahren mit Abruffütterung. Bauen für die Landwirtschaft 26 (1989) H. 1, S. 12-15.
- [26] Hoppenbrock, K.-H. u. H.-J. Lückner: Erfahrungen mit der Abruffütterung für tragende Sauen. Landtechnik 44 (1989) H. 6, S. 223-224.
- [27] ● Bessei, W.: Bäuerliche Hühnerhaltung. Ulmer Verlag, Stuttgart 1989.
- [28] Göbbel, T.: Ein zweites Standbein. Agrar-Übersicht 40 (1989) H. 1, S. 74-75.
- [29] -: Kaninchen mästen? Agrar-Übersicht 40 (1989) H. 3, S. 58-59.
- [30] Schlichting, M.: Sparen am Kälberstall? DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 21, S. 1106-1107.
- [31] Krentler, J.-G.: Bauliche Anlagen für ein gesunde Kälberaufzucht. Landtechnik 44 (1989) H. 2, S. 67-69.

14. Technik in der Rinderhaltung – Techniques in cattle farming

- [1] Ordoff, D.: Melktechnik für Bestände bis 40 Kühe unter Berücksichtigung von Kosten und Wirtschaftlichkeit. BML-Arbeitsstagung '90. KTBL, Darmstadt 1990.
- [2] Auernhammer, H.: Landwirtschaftliche Arbeitslehre. Manuskript der Vorlesung. Institut für Landtechnik TUM, Weihenstephan 1986.
- [3] Groh, G.: Mehr Arbeitssicherheit einplanen. DLG-Mitteilungen 103 (1988) H. 22, S. 1168-1170.
- [4] Worstorf, H.: Automatisch anrühren so gut wie von Hand. Bayer. Ldw. Wochenblatt 180 (1990) H. 19, S. 14-18.
- [5] Auernhammer, H., H. Pirkelmann u. H.-L. Wenner: Probleme technischer Weiterentwicklung für kleine Milchviehbetriebe. KTBL-Arbeitspapier 115, Darmstadt 1987, S. 161-182.
- [6] Weber, W.: Melkstände für kleinere Laufställe. Arbeitsblatt der ALB Bayern, Entwurf 1990.
- [7] Zähres, W.: Kleine Melkstände für kleine Herden. top agrar 15 (1986) R. 18-31.
- [8] Worstorf, H. u. L. Popp: Mechanisierung des Melkprozesses im Spannungsfeld zwischen Milchhergabe und Arbeitswirtschaft. 9. jugoslovanski mednarodni simpozij Sodobna Proizvodnja In Predelava Mleka, Portorož 1990.
- [9] Schwarz, F. J. u. M. Kirchgeßner: Grundfutteraufnahme von Milchkühen in Abhängigkeit von Lebendgewicht, Zahl der Laktationen, Kraftfutterzufuhr und Grundfutterqualität. Züchtungskunde 57 (1985) H. 4, S. 267-277.

- [10] *Pirkelmann, H.*: Techniken zur leistungsgerechten Rinderfütterung. Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch 64 (1987) H. 4, S. 449-459.
- [11] *Pirkelmann, H. u. M. Wagner*: Leistungsfähigkeit und Einsatzmöglichkeiten von Fräsmischwagen in der Milchviehfütterung. KTBL Arbeitspapier 145 zur BML-Arbeitstagung 1990, S. 31.1-31.6.
- [12] ● *Lehmer, M.*: Herstellung von Grund-Kraftfuttermischungen in Futtermischwagen und deren Einsatz in der Milchviehhaltung. Schriftenreihe der MEG Nr. 63, Darmstadt 1981.
- [13] *Artmann, R. u. G. Roth*: Gruppenbildung und Futtermengensteuerung bei der Laufstallhaltung von Milchkühen. Landbauforschung Völkenrode 34 (1984) H. 1, S. 48-62.
- [14] *Artmann, R.*: Konzepte, Einrichtungen und Ergebnisse einer rechnergestützten Gruppen- und Einzeltierfütterung von Milchvieh. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik, Heft 5: Elektronikeinsatz in der Tierhaltung, Düsseldorf 1988, S. 27-49.
- [15] *Wendl, G. u. H. Pirkelmann*: Erfahrungen mit rechnergestützten Fütterungsverfahren in praktischen Milchviehbetrieben. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik Heft 5: Elektronikeinsatz in der Tierhaltung, Düsseldorf 1988, S. 50-65.
- Weitere Literatur
- [16] *Ipema, A. H. u. W. Rossing*: Rechnergesteuerte Einzeltierfütterung von Grundfutter. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik Heft 5: Elektronikeinsatz in der Tierhaltung, Düsseldorf 1988, S. 51-66.
- [17] *Menke, K. H.*: Bedeutung der Grundfutterqualität für die Futteraufnahme und Grundfutterverdrängung. Schriftenreihe der Schaumann-Stiftung zur Förderung der Agrarwissenschaften, 10. Hülsenberger-Gespräche, Hamburg 1984, S. 147-160.
- [18] *Pirkelmann, H. and G. Wendl*: Microprocessor-based-feeding of dairy cows by using automatic milk recording and body weighing. Proceedings of the AG ENG, Paris 1988, S. 72-74.
- [19] *Pirkelmann, H. u. G. Wendl*: Ergebnisse zur computergesteuerten, leistungsabhängigen Gruppen- und Einzeltierfütterung in der Milchviehhaltung. Proceedings of the 11th. Congress of Agricultural Engineering, Dublin 1989, S. 893-899.
- [20] *Rohr, K.*: Die Verzehraleistung des Wiederkäuers in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußfaktoren. Übersicht Tierernährung 5 (1977) H. 5, S. 75-102.
- [21] *Schön, H., R. Artmann u. D. Schlünsen*: Zukunftsorientierte Milchproduktion durch moderne Elektronik. Arbeiten des DLG, Band 181, Frankfurt 1984.

15. Technik in der Schweinehaltung – Techniques in pig husbandry

- [1] *Eschenbrenner, H.*: Neue Entwicklungen in der Haltung- und Fütterungstechnik. Schweinewelt 14 (1989) H. 2, S. 42-43.
- [2] *Wöhler, H.*: Die Abruffütterung stand im Mittelpunkt. Landtechnik 44 (1989) H. 7/8, S. 264-266.
- [3] *Haake, K. W.*: Haltung- und Fütterungstechnik in der Schweinemast. Landtechnik 44 (1989) H. 7/8, S. 267-268.
- [4] *Wenner, H. J., H. Auernhammer u. M. Demmel*: Elektroenergiebedarf rechnergestützter Produktionsverfahren in der Innenwirtschaft. Landtechnik 44 (1989) H. 2, S. 73-76.
- [5] *Kirchner, M.*: Abruffütterung für Zuchtsauen. KTBL-Schrift 334, Darmstadt 1989.
- [6] *Swoboda, M. u. I. Kollmann*: Abruffütterung bei Zuchtsauen. Österr. Kuratorium für Landtechnik, Schrift 153, Wien 1989.
- [7] *Hoppenbrock, K.-H. u. H.-J. Lücker*: Erfahrungen mit der Abruffütterung für tragende Sauen. Landtechnik 44 (1989) H. 6, S. 223-224.
- [8] *Boxberger, J.*: Auswirkungen von Abruffütterungsanlagen auf das Verhalten von tragenden Sauen und Kühen. Landtechnik 44 (1989) Sonderheft, S. 390-391.
- [9] *Klement, G. u. H. Eichhorn*: Computergesteuerte Abruffütterung für wachsende Schweine. VDI/MEG-Tagungsband Landtechnik, Köln 1989.
- [10] *Berberich, R.*: Die automatische Wägung beim Schwein. Landtechnik 44 (1989) H. 7/8, S. 300-301.
- [11] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft: Haltungssysteme Mastschweine, KTBL-Schrift 335, Darmstadt 1989.
- [12] *Mulitze, P.*: Die Bestimmung der Trittsicherheit perforierter Stallböden für die Schweinehaltung. Dissertation, Gießen 1989. (MEG-Forschungsbericht Agrartechnik, Nr. 166.)
- [13] *Hellmuth, U.*: Untersuchung zum Einfluß von Klima und Bodenbeschaffenheit auf das Wahlverhalten tragender Sauen als Grundlage zur Beurteilung der Umwelt in Schweinehaltungssystemen. Dissertation, Gießen 1989.
- [14] *Schwarting, G. u. M. Thal*: Mit dem Nürtinger System in eine tierrichtige Zukunft. Schweinewelt 14 (1989) H. 6, S. 237-241.
- [15] *Beck, J.*: Dosiergenauigkeit vollautomatischer Flüssigfütterungsanlagen. Dissertation, Kiel 1989. (MEG-Forschungsbericht Agrartechnik, Nr. 165.)
- [16] *Schwarz, H.-P.*: Zur Dosiergenauigkeit von Flüssigfütterungsanlagen. Landtechnik 44 (1989) H. 5, S. 193-195.
- [17] *Hügler, T.*: Die Steuerung von Flüssigfütterungsanlagen für Mastschweine mittels Füllstandsmelder im Trog. Dissertation, Kiel 1988. (MEG-Forschungsbericht Agrartechnik, Nr. 157.)
- [18] *Schwarz, H.-P.*: Wachstumsangepaßte Fütterung von Mastschweinen unter Verwendung einer vollautomatischen computergesteuerten Flüssigfütterungsanlage. Dissertation, Gießen 1988. (MEG-Forschungsbericht Agrartechnik, Nr. 164.)
- [19] *Hansen, E.*: Entmistungs- und Gülletechnik. Landtechnik 44 (1989) H. 7/8, S. 269-271.
- [20] *Ratschow, J.-P.*: Entsorgung von Gülle und Mist. Schweinewelt 14 (1989) H. 2, S. 44-46.

16. Energietechnik (Alternative Energien) – Energy engineering (renewable energies)

- [1] Meyer zu Drewers, H.: Landtechnik im Streilicht. Landtechnik 44 (1989) H. 2, S. 1.
- [2] Schön, H.: Die Rücksicht auf die Umwelt zwingt zur Entwicklung umweltschonender und energiesparender landwirtschaftlicher Produktionsverfahren. Landtechnik 45 (1990) H. 1, S. 1.
- [3] Pyper, M.: Brennkessel-Industrie wartet auf höhere Energiepreise. VDI-Nachrichten 43 (1989) Nr. 18, S. 32.
- [4] KTBL-Jahresbericht 1989: Energieeinsatz in der Landwirtschaft. Darmstadt 1990, S. 33-34.
- [5] Schaefer, H.: Noch haben Sonne und Wind keine Lobby. VDI-Nachrichten 42 (1988) Nr. 46, S. 3.
- [6] Müller, J., G. Reisinger u. W. Mühlbauer: Trocknung von Heil- und Gewürzpflanzen mit Solarenergie im Folien-gewächshaus. Landtechnik 44 (1989) H. 2, S. 58-65.
- [7] Grandegger, K.: Solarer Tunnelrockner mit Kollektor für den Einsatz bei der Kaffee-, Kakao- und Kokosnußproduktion. Landtechnik 44 (1989) H. 7/8, S. 293-294.
- [8] ● Fasholz, J. u. a.: Die Nutzung regenerativer Energieträger. RWE-Essen, 2. Aufl., Heidelberg: Energie-Verlag 1987.
- [9] Schulz, H.: Einsatz der Photovoltaik im ländlichen Raum. Landtechnik 44 (1989) Sonderheft, S. 402-405.
- [10] Luther, J.: Photovoltaische Energieversorgungssysteme. Symposium „Forschung auf dem Gebiet der Regenerativen Energiequellen in Niedersachsen“, Universität Oldenburg, 1988.
- [11] Bloos, L.: Windstärke neun bringt Spitzenleistungen. VDI-Nachrichten 43 (1989) Nr. 20, S. 26.
- [12] Hau, E.: Windkraftanlagen in der Bundesrepublik Deutschland. Anwendungsreif, aber kommerziell unattraktiv. VDI-Nachrichten 43 (1989) Nr. 6, S. 24.
- [13] Sonnenberg, H.: Energetische Verwertung von Biomasse. Symposium „Forschung auf dem Gebiet der Regenerativen Energiequellen in Niedersachsen“, Universität Oldenburg 1988.
- [14] Rupp, M.: Verarbeitung von Rapsöl in Mineralölraffinerien. VDI-Bericht Nr. 794, Tagungsbericht „Energie aus nachwachsenden Rohstoffen und organischen Reststoffen“, Düsseldorf 1990, S. 97-111.
- [15] Apfelbeck, R.: Rapsöl in Pflanzenölmotoren und in Heizungsanlagen. VDI-Bericht Nr. 794, Düsseldorf 1990, S. 91-96.
- [16] Vellguth, G.: Pflanzenölester als Kraftstoff für Dieselmotoren. VDI-Bericht Nr. 794, Düsseldorf 1990, S. 81-90.
- [17] Bohnens, J.: Feste Brennstoffe – Verholzende Pflanzen. VDI-Bericht Nr. 794, Düsseldorf 1990, S. 113-127.
- [18] Reinecke, A.: Holz – ein Rohstoff mit Zukunft? DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 5, S. 249.
- [19] Strehler, A.: Biomass Combustion Technologies, Heat from Straw and Wood, FAO/CNRE Guideline No. 1 (1988) Reur Technical Series 2.
- [20] Schliephake, D.: Trockene Biomasse. VDI-Bericht Nr. 794, Düsseldorf 1990, S. 61-80.
- [21] Scheffer, K.: Konkurrenzfähige Energie vom Acker? DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 13, S. 686-688.
- [22] Weber, W.: Die Wärme, die vom Weizen kommt. DLG-Mitteilungen 104 (1989) H. 1, S. 17-18.
- [23] Austmeyer, K.: Energetische Aspekte der Verwertung von Reststoffen in der Nahrungs- und Genußmittelindustrie – Ausgewählte Beispiele ausgeführter und neuer Verfahren. VDI-Bericht Nr. 794, Düsseldorf 1990, S. 23-28.
- [24] Kloos, R.: Perspektiven einer Bioäthanolproduktion. Landtechnik 44 (1989) H. 2, S. 48-49.
- [25] Baader, W.: Feuchte Biomasse als Ausgangsstoff für Biogas. VDI-Bericht Nr. 794, Düsseldorf 1990, S. 45-60.
- [26] Baader, W.: Biogas Technology and Implementation in the Federal Republic of Germany. Intern. Conf. on Biogas. Pune 1990. Tagungsbericht GTZ/BORDA.

17. Agrartechnik in den Tropen und Subtropen – Agricultural engineering in the tropics and sub-tropics

- [1] Howell, P. J. L. and M. E. R. Paice: An Adaptive Data Logging System for Animal Power Studies. J. agric. Engng Res. 42 (1989) S. 111-121.
- [2] O'Neill, D. H. and D. C. Kemp: A Comparison of Work Outputs of Draught Oxen. J. agric. Engng Res. 43 (1989) S. 33-44.
- [3] Sims, B. G. and A. A. Ramirez: Draft Oxen Energy Expenditure: A Mexican Case Study. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 20 (1989), H. 4, S. 9-14.
- [4] Singh, G., S. C. L. Premi and V. M. Salokhe: Performance of Bullocks under Different Load and Climatic Conditions. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 20 (1989), H. 4, S. 23-30.
- [5] Baqui, M. A. and K. A. Hag: Harnessing the Under-utilized Animal Power for Pumping Irrigation Water in Bangladesh. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 20 (1989), H. 4, S. 31-36.
- [6] Senapi, P. C. and D. Satpathy: Testing of Bullock-drawn Ploughs in Lateritic Soils. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 20 (1989), H. 3, S. 12-14.
- [7] Uddin, S. and M. Farouk: Draft Power Selection for Puddling Operation in Small Farms in Bangladesh. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 20 (1989), H. 3, S. 15-18.
- [8] Yoo, K. H., J. T. Touchton and R. H. Walker: Effect of Conservation-Tillage Systems of Cotton on Surface Runoff and its Quality. J. agric. Engng Res. 44 (1989) S. 289-299.

- [9] Wiedemann, H. T. and B. A. Smallacombe: Chain Diker – A new Tool to Reduce Runoff. *Agricultural Engineering* 70 (1989) H. 7/8, S. 12-15.
- [10] Manian, R. and P. Jivaraj: Puddled Characteristics of Soil with Selected Implements. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 1, S. 20-26.
- [11] Jakeway, L. A. and W. F. Hewetson: Sugarcane Transplanting – An Alternative Planting Method. *Applied Engineering in Agriculture* 5 (1989) H. 9, S. 291-296.
- [12] Parish, R. L., P. Chaney and F. E. Baker: Field Evaluation of Sugarcane Planters. *Applied Engineering in Agriculture* 5 (1989) H. 6, S. 127-132.
- [13] Hsieh, I. F. and L. H. Chen: Evaluation of Multiple Loading Station Sweet Potatoe Transplanter. *Applied Engineering in Agriculture* 5 (1989) H. 6, S. 152-157.
- [14] Cobstake, P. G., D. Tinker and A. Zuniga: A Simple Jab Type Planter for Sowing Maize and Beans. *Appropriate Technology* 15 (1988) H. 12, S. 17-20.
- [15] Majid, A., S. I. Ahmad and M. A. Saeed: Effect of Direct Sowing Techniques and Date Sowing on Rice Production. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 3, S. 19-27.
- [16] Khan, A. S. and A. Majid: Direct Sowing: An Alternative to Paddy Transplanting. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 4, S. 31-35.
- [17] Bansal, R. K., O. el Gharras and J. H. Hamilton: A Roller-type Positive-feed Mechanism for Seed Metering. *J. agric. Engng Res.* 43 (1989) S. 23-31.
- [18] Bautista, E. U. and H. F. Schnier: Injecting Fertilizer Solution in Wetland Paddies. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 3, S. 23-27.
- [19] Subbaiah, S. V., R. S. Reddy and P. N. Rao: Evaluation of Urea Supergranule Applicator in Rice Fields. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 3, S. 28-30.
- [20] Bukhari, S., G. H. Jamro, K. A. Ibupoto and M. Zafrullah: Grain Losses of Various Wheat Varieties Harvested by Power Reaper. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 2, S. 17-18.
- [21] Juarez, F. S., A. Te, B. Duff, and R. E. Stickney: Socio-economic and Technical Performance of Mechanical Reapers in the Philippines. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 1, S. 49-54.
- [22] Dash, S. K. and D. K. Das: Development of a Power-operated Paddy Thresher. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 3, S. 37-40.
- [23] Tandon, S. K. and J. S. Panwar: Status of Mechanization of Harvesting and Threshing of Soybeans in India. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 1, S. 55-60.
- [24] Kim, K. S. et al.: An ambient-air In-storage Paddy Drying System for Korean Farms. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 2, S. 23-29.
- [25] Grandegger, K.: Solarer Tunneltrockner mit Kollektor für den Einsatz bei der Kaffee-, Kakao- und Kokosnußproduktion. *Landtechnik* 44 (1989) H. 7/8, S. 293-295.
- [26] Riva, G. and C. Palaniappan: Energy Consumption and Possible Savings in Tea Processing. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 3, S. 73-77.
- [27] Kulkarni, S. D.: Pulse Processing Machinery in India. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 2, S. 42-48.
- [28] Volco, T. D., C. G. Coble and J. H. Ruff: Water Jet Cutting of Sugarcane. *Transactions ASAE* 32 (1989) H. 2, S. 373-378.
- [29] Sankat, C. K. and B. Lauckner: Treatment of Sugarcane Bagasse and Cane Tops with NaOH and its Effect on Digestibility. *Transactions ASAE* 31 (1988) H. 6, S. 1835-1838.
- [30] Fasina, O. O. and O. O. Ajibola: Mechanical Expression of Oil from Conophor Nut. *J. agric. Engng Res.* 44 (1989) S. 275-287.
- [31] Shukla, B. D. and A. U. Khan: Microwave Energy: A new Concept in Paddy Parboiling. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 20 (1989), H. 3, S. 47-52.
- [32] Logothetopoulos, J. N.: Gedanken zur Entwicklungshilfe von Eicher-Goodearth Ltd. *Landtechnik* 44 (1989) H. 12, S. 512-514.

18. Kommunaltechnik – Municipal services and public works machines

- [1] Kessler, M.: Grundsätze und Richtlinien für die Förderung der Stilllegung von Ackerflächen; KTBL-Arbeitspapier 141, Darmstadt 1989, S. 37-46.
- [2] Paolim, K.: Ein Gang über die areal '89. *Landtechnik* 45 (1989) H. 12, S. 535-536.
- [3] Fischer, H.: Erfahrungen eines Mähwerkherstellers mit der Pflege stillgelegter Flächen; KTBL-Arbeitspapier 141, Darmstadt 1989, S. 87-91.
- [4] Pain, J.: Kreiselmähergeräte mit und ohne Nachbereiter; KTBL-Arbeitspapier 141, Darmstadt 1989, S. 77-81.
- [5] von Oheimb, R.: Mähen stillgelegter Flächen; KTBL-Arbeitspapier 141, Darmstadt 1989, S. 57-64.
- [6] Nowotny, M.: Mähwerke, Wartung und Pflege – Teil 1. *Agrartechnik* 68 (1989) H. 3, S. 14-19.
- [7] Nowotny, M.: Mähwerke, Spezielle Wartungs- und Pflegearbeiten – Teil 2. *Agrartechnik* 68 (1989) H. 4, S. 56-60.

20. Arbeitswissenschaft – Farm work science

- [1] Fasting, F.: Agrarstruktureller Wandel als Folge der Hofnachfolgesituation. *Agrarwirtschaft* 38 (1989) H. 5, S. 157-160.
- [2] Näf, E.: Bisherige und zukünftige Bedeutung der FAT-Arbeitsvoranschläge für die Schweizer Landwirte. *Bayer. Landw. Jahrbuch* 66 (1989) H. 3, S. 293-298.
- [3] Weiershäuser, L.: Arbeitszeitbedarf für mechanisierte Feldarbeiten – mit dem Personal-Computer-Programm „VERKOST“ berechnet. *Bayer. Landw. Jahrbuch* 66 (1989) H. 3, S. 299-304.
- [4] Dupuis, H.: Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Technik am Arbeitsplatz – Ziele, Methoden und Ergebnisse arbeitswissenschaftlicher und arbeitsmedizinischer Forschung. *Bayer. Landw. Jahrbuch* 66 (1989) H. 3, S. 305-310.

- [5] Weiler, Th., F. Jaercke-Hübschle, K. Landau u. Th. Bischoff: Methoden zur Erfassung von Belastung und Beanspruchung bei der Arbeit mit einachsigen Motormähergeräten. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 311-319.
- [6] Auernhammer, H.: Methodische Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung und Beurteilung der Arbeitsbelastung. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 321-330.
- [7] Luder, W.: Die Pulsfrequenz des Landwirts als mögliches Beurteilungskriterium seiner Arbeitsbeanspruchung. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 331-333.
- [8] Peters, H.: Ergonomische Belastungsuntersuchungen bei Holzerntearbeiten im Kleinprivatwald anhand von Herzschlagfrequenz und Körperhaltung. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 335-340.
- [9] große Beilage, J.: Integration von Methoden zur Untersuchung der Informationsverarbeitung bei der Mäh-drescherbedienung. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 341-345.
- [10] Wenner, H.-L., H. Auernhammer u. M. Demmel: Elektroenergiebedarf rechnergestützter Produktionsverfahren in der Innenwirtschaft. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 347-353.
- [11] Thae, G. u. W. Hammer: Wahl von Bezugsgrößen für die Unfallhäufigkeit. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 355-358.
- [12] Wernisch, A.: Arbeitssicherheit am Bauernhof – „Gefahrenanalyse Sturz und Fall“. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 359-362.
- [13] Hartmann, W.: Methode zur Bestimmung des Verkehrs- und Stellflächenbedarfs landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 363-368.
- [14] Beutnagel, H. u. W. Hammer: Untersuchung von Beinahe-Unfällen beim Besteigen und Absteigen von landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 369-374.
- [15] Schmalz, U. u. W. Hammer: Beobachtung und Bewertung des Verhaltens beim Besteigen und Absteigen von Schleppern. Bayer. Landw. Jahrbuch 66 (1989) H. 3, S. 375-381.
- [16] Landau, K. and W. Rohmert (Hrsg.): Recent development in job analysis. Taylor u. Francis, London 1989.
- [17] Landau, K. and W. Rohmert: Introduction to the problems of job analysis – on the development status of the procedure and its theoretical foundation. In: Landau, K., Rohmert, W. (Hrsg.): Recent development in job analysis. Taylor u. Francis, London 1989, S. 143-154.
- [18] Ordolf, D.: Application of hand-held microcomputers for work studies in milking parlours. Proceedings of the 2nd International Conference on Computers in Agricultural Extension Programs, Lake Buena Vista (Orlando) 1988. IFAS, Agr. Eng. Dep. Gainesville 1 (1989), S. 133-138.
- [19] Haidn, B.: Arbeitszeiten in Zuchtsauenbetrieben. Landtechnik 44 (1989) H. 12, S. 537-539.
- [20] KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft): Datensammlung für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. Münster 1989, 11. Auflage.
- [21] KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft): Daten zur Ermittlung der Kosten von Lohnmaschinen. KTBL-Arbeitspapier 135, Darmstadt 1989.
- [22] Graef, M. and T. Hinz: Farmers load at the workplace – State, regulations and risk management. 11th Intern. Congress on Agricultural Engineering, Dublin 1989. Land and Water Use, Rotterdam 1989, S. 2877-2884.
- [23] Weiler, Th.: Untersuchung zur Belastung und Beanspruchung bei der Arbeit mit einachsigen Motormähergeräten. Dissertation, Hohenheim 1989.
- [24] große Beilage, J.: Untersuchungen zur Instabilität menschlicher Informationsverarbeitung am Beispiel der Mäh-drescherbedienung. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) Nr. 162, Göttingen 1989.
- [25] Scheffer, M. u. H. Dupuis: Periphere Durchblutungsänderungen unter kombinierter Kälte- und Schwingungsbelastung. Arbeitsmed., Sozialmed., Präventivmed. 23 (1988) H. 12, S. 297-300.
- [26] Bombosch, F. u. M. Kolb: Möglichkeiten der Beurteilung von Abgasbelastungssituationen bei der motormanuellen Holzernte. Interner Versuchsbericht 1989, Fachhochschule Hildesheim/Holzminde, Fachbereich Forstwirtschaft, Göttingen.
- [27] Peters, H.: Ergonomische und sicherheitstechnische Bewertung von Arbeitssystemen in der Forstwirtschaft – speziell Holzernte. Manuskript, BAU-Bericht, Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF), Groß-Umstadt 1989.
- [28] Hartmann, W.: Analyse des Unfallgeschehens in landwirtschaftlichen Gebäuden und Hofanlagen und Ableitung baulich-technischer Unfallverhütungsmaßnahmen. ILB-Institutsbericht Nr. 63/89, Braunschweig 1989.
- [29] Groh, G.: Baulich-technische Unfallverhütung in Jungvieh- und Mastrinderställen. DLG-Merkblatt Nr. 271, Frankfurt 1989.
- [30] Groh, G.: Baulich-technische Unfallverhütung in Milchviehställen. DLG-Merkblatt Nr. 272, Frankfurt 1989.
- [31] Hesse, D. u. G. Groh: Untersuchung zu Arbeitsunfällen mit Tieren und Ableitung von geeigneten Unfallverhütungsmaßnahmen durch verbesserte Haltungssysteme und technische Einrichtungen. ILB-Institutsbericht Nr. 64/89, Braunschweig 1989.

21. Agrartechnische Einrichtungen in In- und Ausland – Institutions of agricultural engineering at home and abroad

- [1] Longman: Agricultural Research Centers. 9. Aufl. F. H. Books Ltd., Frome Somerset/GB 1989.
- [2] FAO: International Directory of Agricultural Engineering Institutions, FAO, Rom 1983.

